IPW

OIPE JC48 JUN 30 2004 PATENT & TRADEMARK OFFICE

CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5379

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HONDA, et al.

		Group Art Unit:	TBA
Serial No.:	10/824,272	Confirmation No.	TBA
		Examiner:	TBA

Filed: April 14, 2004
For: TEMPERATURE ADJUSTMENT APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS HAVING THE SAME, AND DEVICE FABRICATING METHOD

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in:	Japan
In the name of:	Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s):	2003-110209
Filing Date(s):	April 15, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: June 25, 2004

By: _____
Matthew K. Blackburn
Registration No. 47,428

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

OIPE JC48 JUN 30 2004 PATENT & TRADEMARK OFFICE

Docket No. 1232-5379

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HONDA, et al.

Group Art Unit: TBA
Serial No.: 10/824,272 Confirmation No. TBA
Examiner: TBA

Filed: April 14, 2004
For: TEMPERATURE ADJUSTMENT APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS HAVING THE SAME, AND DEVICE FABRICATING METHOD

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: June 25, 2004

By: _____
Matthew Blackburn
Registration No. 47,428

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

CFO 18065
US

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００３年　４月１５日

出願番号
Application Number: 特願２００３－１１０２０９

[ST. 10/C]: ［ＪＰ２００３－１１０２０９］

出願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

２００４年　５月　７日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号　出証特２００４－３０３８２３３

【書類名】　特許願
【整理番号】　254172
【提出日】　平成15年 4月15日
【あて先】　特許庁長官　太田　信一郎　殿
【国際特許分類】　H01L 21/027
【発明の名称】　温度調節装置及びそれを有する露光装置、デバイスの製造方法
【請求項の数】　1
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内
【氏名】　本田　正徳
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内
【氏名】　木野　芳樹
【特許出願人】
【識別番号】　000001007
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
【氏名又は名称】　キヤノン株式会社
【代表者】　御手洗　冨士夫
【電話番号】　03-3758-2111
【代理人】
【識別番号】　100090538
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内
【弁理士】
【氏名又は名称】　西山　恵三
【電話番号】　03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】　100096965

【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

【弁理士】

【氏名又は名称】　内尾　裕一

【電話番号】　03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　011224

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9908388

【プルーフの要否】　要

【書類名】　　明細書

【発明の名称】　温度調節装置及びそれを有する露光装置、デバイスの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項１】　光学部材を温度調節する温度調節装置であって、

前記光学部材の所定領域に輻射熱を与えることにより温度調節する第１輻射機構と、

前記第１輻射機構からの輻射熱が、前記光学部材内の前記所定領域以外の領域に伝わらないように遮蔽する遮蔽部材とを有することを特徴とする温度調節装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には冷却装置に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）用のガラス基盤等の被処理体を露光する露光装置に用いられる光学素子を冷却する冷却装置に関わる。本発明は、特に、露光光源として紫外線や極端紫外線（EUV：Extreme UltraViolet）光を利用する露光装置に用いられる光学素子を冷却する冷却装置に好適である。

【０００２】

【従来の技術】

フォトリソグラフィー（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル又はマスク（本出願ではこれらの用語を交換可能にする）に描写された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。

【０００３】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（ＮＡ）に反比例する。従って、波長を短くするほど、解像度は高くなる。このため、近年の半導体素子の微細化への要求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（ｉ線：波長約３６５ｎｍ）、ＫｒＦエキシマレーザー（波長約２４８ｎｍ）、ＡｒＦエキシマレーザー（波

長約１９３ｎｍ）と用いられる紫外線の波長は短くなってきた。

【０００４】

しかし、半導体素子は、ムーアの法則に従って、急速に微細化しており、紫外光を用いたリソグラフィーでは限界がある。そこで、１００ｎｍ以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外光よりも更に波長が短い、波長１０ｎｍ乃至１５ｎｍ程度の極端紫外光（ＥＵＶ光）を用いた縮小投影露光装置（以下ＥＵＶ露光装置）が開発されている。

【０００５】

露光光の短波長化が進むと物質による光の吸収が非常に大きくなり、可視光や紫外光で用いられるような光の屈折を利用した屈折素子、即ち、レンズを用いることは難しく、更に、ＥＵＶ光の波長領域では使用できる硝材が存在しなくなり、光の反射を利用した光学素子、即ち、ミラー（例えば多層膜ミラー）のみで光学系を構成する反射型光学系が用いられる。

【０００６】

ミラーは、露光光を全て反射するわけではなく、３０％以上の露光光を吸収する。吸収した露光光は、分熱となりミラーの表面形状を変形させて光学性能（特に、結像性能）の劣化を引き起こしてしまう。そこで、ミラーは、温度変化によるミラー形状の変化を小さくするために線膨張係数の小さな、例えば、線膨張係数が１０ｐｐｂといった低熱膨張ガラスで構成される。

【０００７】

ＥＵＶ露光装置は、０．１μｍ以下の回路パターンの露光に使用されるため、線幅精度が非常に厳しく、ミラーの表面形状は０．１ｎｍ程度以下の変形しか許容されない。従って、ミラーの線膨張係数を１０ｐｐｂとしても、温度が除々に上昇し、ミラー表面の形状が変化してしまう。例えば、ミラーの厚さが５０ｍｍであれば、０．２℃の温度上昇により、ミラー表面の形状が０．１ｎｍ変化することになる。つまり、ＥＵＶ露光装置で用いられるミラーは、非常に精度よく温度が一定に保たれている必要があるのである。

【０００８】

しかし、ＥＵＶ露光装置においては、露光光路中に含まれる残留ガス（高分子

有機ガスなど）成分とＥＵＶ光との反応によりミラー表面にコンタミが付着し、反射率が低下することを防ぐために、露光光路雰囲気中は、１×１０－６［Ｐａ］程度の高真空に維持されている。そのため、ミラーを冷却するための伝熱手段としては、気体を吹き付けるなどの対流伝熱によるものは用いられず、熱伝達による伝熱もしくは輻射伝熱によるしかない。

【０００９】

また、一般にミラーを構成する低熱膨張ガラスの熱伝導率は非常に低く、例えばＳｈｏｔｔ社のＺＥＲＯＤＵＲの熱伝導率は１．６［Ｗ／ｍＫ］である。従って、ミラーは入熱した熱を速やかにミラー部材全体に伝導することができずに不均一な温度分布を生じてしまう。この不均一な温度分布によりミラーは局所的に変形（熱膨張）し光学性能の劣化を引き起こす。つまり、ＥＵＶ露光装置ではミラーに不均一な温度分布を発生させることなくミラーの温度を一定に保つ必要がある。

【００１０】

図１９は、冷却媒体として液体もしくは気体を用いたミラー冷却装置の概略構成図である。図１９（ａ）は冷却装置を下面から見た下面図であり、図１９（ｂ）は冷却装置を側面から見た側面図である。図中、１００１はミラーであり、熱伝導率が低い低熱膨張ガラスより構成される。１００２は冷却媒体を流す水路配管、１００３は水路配管１００２と後述する流路１００４を結合する継手、１００４は水路配管１００２に冷却媒体を流入する流路１００４を示している。水路配管１００２はミラー１００１の裏面に接触している。本冷却装置は、水路配管１００２に冷媒を流すことにより、熱伝達による伝熱を利用してミラー１００１を冷却する。これによりミラー１００１の温度上昇を抑制することが可能である。

【００１１】

また、熱源による影響を低減する方法として、特許文献１が開示されている。これは　露光に関する処理を行う処理部を用いて、マスクのパターンを基板に転写露光する露光装置において、露光に関する処理に伴って前記処理部から発生する輻射熱の投影光学系やアライメントセンサへの伝播を遮断する遮断部を備えて

いる。また、特許文献２～２４には、光学素子（特にミラー）を冷却する方法について開示があるが、ミラーに接触した冷媒でミラーを冷却しているためミラーに冷媒が流動す際の振動が伝わってしまい、光学性能を劣化させてしまっていたり、ミラーを裏面から冷却するため、ミラーの冷却性能が悪く、ミラーの温度が上昇して反射面が変形してしまったりしていた。

【００１２】

【特許文献１】

特開２００２－１９０４３８号公報

【特許文献２】

特開平０５－１０００９６号公報

【特許文献３】

特開平０７－０７２３１８号公報

【特許文献４】

特開平０７－１７４８９６号公報

【特許文献５】

特開平０８－０６８８９７号公報

【特許文献６】

特開平０８－０６８８９８号公報

【特許文献７】

特開平０８－２１１２１０号公報

【特許文献８】

特開平０８－２１１２１１号公報

【特許文献９】

特開平１０－１４４６０２号公報

【特許文献１０】

特開平１０－３３９７９９号公報

【特許文献１１】

特開平１１－１６６６９１号公報

【特許文献１２】

特開平１１－２１９９００号公報

【特許文献１３】

特開平１１－２４３０５２号公報

【特許文献１４】

特開平１１－３２６５９８号公報

【特許文献１５】

特開平１１－３２９９１８号公報

【特許文献１６】

特開平１１－３４５７６０号公報

【特許文献１７】

特開２０００－０９８０９２号公報

【特許文献１８】

特開２０００－１００６９７号公報

【特許文献１９】

特開２０００－２８６１８９号公報

【特許文献２０】

特開２０００－３４９００９号公報

【特許文献２１】

特開２００１－２１５１０５号公報

【特許文献２２】

特開２００１－２４１９２９号公報

【特許文献２３】

特開２００１－２８０９３１号公報

【特許文献２４】

特開２００３－０５８２５４号公報

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】

つまり、従来の図１９に記載したような冷却機構は、熱伝導率が低いミラーを露光面の裏面から冷却するため、ミラーの露光面から入射する熱を完全に吸収す

ることができない。従って、ミラーは熱変形し、所望の光学性能を発揮することができない。

【００１４】

また、特開２００２－１９０４３８号公報の遮断部を有しているだけでは、投影光学系の光学素子を高精度に温度調節することはできないため、光学素子に不均一な温度分布が発生してしまう恐れがあった。

【００１５】

また、特許文献１３、１９～２３のようにミラーの表面に直接冷媒を当接して冷却する場合は、ミラーの反射面に冷媒が流動する際の低周波の振動が伝わってしまうため、ミラーの光学性能に悪影響が出る恐れがあった。

【００１６】

そこで本発明は、結像性能の劣化となる光学部材内の不均一な温度分布を発生させることなく、光学部材の温度を一定に保つことができる冷却装置及び方法、当該冷却装置を有する露光装置を提供することを例示目的とする。

【００１７】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての温度調節装置は、光学部材を温度調節する温度調節装置であって、前記光学部材に非接触で配置され、前記光学部材の所定領域を輻射により温度調節する輻射機構と、前記輻射機構による輻射熱が前記光学部材の前記所定領域以外の領域に伝わらないように遮蔽する遮蔽部材とを有することを特徴としている。

【００１８】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の例示的一態様である冷却装置及び冷却方法について説明する。なお、各図において、同一の部材については、同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【００１９】

ここで、図１は本発明の冷却装置１を示す概略構成図、冷却装置１は、真空チャンバ内ＶＣ内に置かれた光学部材Ｍを冷却する冷却装置である。真空チャンバ

ＶＣ内は、残留ガス成分と露光光Ｌとの反応により光学部材Ｍの表面にコンタミが付着し、反射率が低下することを低減させるため、不図示の真空ポンプによって１×１０－６［Ｐａ］程度の真空に維持されている。光学部材Ｍは、真空チャンバＶＣ内において、不図示の光学部材支持定盤に支持された、不図示の光学部材支持部を介して所定の場所に位置決めされ、反射、屈折及び回折等を利用して光を結像させる。光学部材Ｍは、例えば、ミラー、レンズ、平行平板ガラス、プリズム及びフレネルゾーンプレート、キノフォーム、バイナリオプティックス、ホログラム等の回折光学素子を含む。本実施形態においては、光学部材としてミラーを例に説明する。冷却装置１は図１によく示されているように、輻射冷却機構（輻射温度調節機構）１００と、フード（輻射熱遮断部材）２００と、光学部材温度検出部３００と、フード温度検出部４００と、制御部５００とを有する。ここで、フードは略円筒形状をしているが、勿論３角柱、４角柱等の多角柱の形状をしていても構わない。

【００２０】

輻射冷却機構１００は、光学部材Ｍの露光面と対向する位置に非接触で配置され、光学部材Ｍに対して輻射により光学部材Ｍの露光領域（光学部材の光が照射される領域）Ｓから熱を吸収する。換言すれば、輻射冷却機構１００は、露光により高温となった光学部材Ｍの露光領域のみを輻射により冷却する。輻射冷却機構１００は、輻射板１０１と、循環部１０２と、パイプ１０３と、流路１０４とを有する。

【００２１】

輻射板１０１は、不図示の輻射板支持定盤に支持された不図示の輻射板支持部材によって、露光光Ｌが形成する空間以外に、光学部材Ｍに対して一定の間隔を有して固定される。輻射板支持定盤及び輻射板支持部材は、一般的に、軽く、剛性が高く、線膨張係数の小さいセラミクスなどから構成される。なお、不図示の光学部材支持定盤と輻射板支持定盤を別体構造とすることで、後述するように、輻射板１０１に形成された流路１０４に冷媒が流れることによる輻射板１０１（及び輻射板支持定盤）の振動が光学部材Ｍに伝わることを防止することができる。従って、振動によって光学部材Ｍの表面形状が変形することなく、所望の光学

性能を発揮することができる。

【００２２】

輻射板１０１の形状は、露光光が形成する空間以外に、光学部材Ｍの露光領域Ｓとの輻射伝熱量を決定する重要なパラメータである形態係数（形態係数が高いほど輻射伝熱量が大きくなる）が最も高く、露光領域Ｓのみを輻射冷却するように形成されている。また、輻射板１０１は、後述する循環部１０２が供給する冷媒が流れるための流路１０４を有する。流路１０４は、パイプ１０３を介して循環部１０２と接続される。流路１０４は、輻射板１０１中の全面に亘って形成され、輻射板１０１全面に一様に冷媒が流れるように構成される。輻射板１０１は、冷媒により冷却されて光学部材Ｍの露光領域Ｓに対して低温となり温度差を形成する。即ち、輻射板１０１は、光学部材Ｍの露光領域Ｓとの温度差により、光学部材Ｍの露光領域Ｓに入射する熱を吸収する。これにより、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射冷却することができる。輻射板１０１は、比較的熱伝導率がよく輻射率の高い材料、例えば、セラミクスの窒化アルミニウム（ＡｌＮ）からなる。

【００２３】

循環部１０２は、パイプ１０３と接続し、パイプ１０３を介して冷媒を流路１０４に供給及び循環させる。循環部１０２は、後述する制御部５００によって制御され、冷媒の温度を変化させる。冷媒は、輻射板１０１に形成された流路１０４を流れることで輻射板１０１を冷却し、かかる冷媒の温度によって冷却される輻射板１０１の温度が決定する。なお、本実施形態では、循環部１０２は、冷媒として水（液体）を供給及び循環させているが、気体等を用いてもよい。

【００２４】

また、輻射板１０１が光学部材Ｍの露光領域Ｓ以外を冷却しないための輻射遮蔽部材として、フード２００を設ける。フード２００は、不図示のフード支持部材により支持され、輻射板１０１の側面を囲う。また、フード２００の内部表面は、表面処理等により輻射率を高めてある（ここでは輻射率を０．９以上にしている）。これにより、光学部材Ｍの露光領域Ｓ以外の面から発せられ、フード２００の開口部より入射する熱線は、フード２００の内部表面に吸収され、輻射板

１０１に到達することはない。フード２００は、比較的熱伝導率がよく輻射率の高い材料、例えば、セラミクスの窒化アルミニウム（ＡｌＮ）からなる。

【００２５】

フード２００は、後述する循環部２０１が供給する流体が流れるための流路２０２を有する。流路２０２は、パイプ２０３を介して循環部２０１と接続される。流路２０２は、フード２００内の全面に亘って形成され、フード２００全面に一様に流体が流れるように構成される。フード２００は、流路２０２を流れる流体により冷却若しくは加熱され、光学部材Ｍの温度と等しい値に保たれる。これにより、光学部材Ｍとフード２００は輻射伝熱をしない、つまり、光学部材Ｍはフード２００自身により加熱もしくは冷却されることはない。従って、冷却機構１は、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを、輻射板１０１からの輻射により冷却することができる。

【００２６】

循環部２０１は、パイプ２０３と接続し、パイプ２０３を介して冷媒を流路２０２に供給及び循環させる。循環部２０１は、後述する制御部５００に制御され、流体の温度を変化させる。流体は、流路２０２を流れることでフード２００を冷却若しくは加熱し、かかる流体の温度によってフード２００の温度が決定する。なお、本実施形態では、循環部２０１は、冷媒として水（液体）を供給及び循環させているが、気体等を用いてもよい。

【００２７】

光学部材温度検出部３００は、光学部材Ｍの露光光Ｌが照射される照射領域以外に取り付けられ、光学部材Ｍの温度を検出する。また、光学部材温度検出部３００は、検出した光学部材Ｍの温度を後述する制御部５００に送信する。光学部材温度検出部３００は、例えば、熱電対、抵抗温度センサー、赤外線温度センサーなどの温度センサーから構成される。なお、本実施形態では、光学部材温度検出部３００を光学部材Ｍに取り付けている（接触させている）が、光学部材Ｍと非接触に光学部材温度検出部３００を構成し、光学部材Ｍの温度を検出してもよい。

【００２８】

また、光学部材Ｍに温度分布がある場合を考えると、光学部材温度検出部３００の取り付け場所によっては、光学部材温度検出部３００で検出される温度と光学部材Ｍの露光領域Ｓの平均温度との差が大きな場合がある。このような場合、光学部材温度検出部３００で検出される温度から、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度（平均温度等）を推測してもよいし、光学部材温度検出部３００で検出される温度と図示しない温度計等（温度検出手段）により検出したチャンバＶＣ内の温度とにより、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度を推測し、その推測された温度に従って冷却するようにしてもよい。

【００２９】

フード温度検出部４００は、フード２００の表面に接触して温度を計測する。フード温度検出部４００は、例えば、熱電対、抵抗温度センサー、赤外線温度センサーなどの温度センサーから構成される。また、フード温度検出部４００は、検出した光学部材Ｍの温度を後述する制御部５００に送信する。なお、本実施形態では、フード温度検出部４００をフード２００に取り付けている（接触させている）が、フード２００と非接触にフード温度検出部４００を構成し、フード２００の温度を検出してもよい。

【００３０】

制御部５００は、光学部材温度検出部３００で検出される光学部材Ｍの露光面温度が所定の値になるように、輻射冷却機構１００を制御する。より詳細には、循環部１０２が輻射板１０１（の流路１０４）に供給及び循環させる冷媒の温度を変化させることで輻射板１０１の温度を制御する。かかる制御によって、輻射板１０１が光学部材Ｍの露光領域Ｓから吸収する熱量を調節し、光学部材Ｍの温度を所定の値にする。換言すれば、制御部５００は、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度を一定に保つ機能を有する。

【００３１】

また、制御部５００は、フード温度検出部４００で検出されるフード２００の温度が、光学部材温度検出部３００で検出される光学部材Ｍの温度と等しくなるように、循環部２０１がフード２００（の流路２０２）に供給及び循環させる流体の温度を変化させる。かかる制御により、フード２００の温度は光学部材Ｍの

温度と等しくなるため、フード２００は光学部材Ｍを加熱もしくは冷却することはない。

【００３２】

ここで、図２を用いて冷却装置１を用いた光学部材Ｍの冷却方法２０００について説明する。図２は、真空雰囲気下に置かれた光学部材Ｍを冷却する冷却方法２０００を説明するためのフローチャートである。

【００３３】

但し、フード２００は、制御部５００によって光学部材Ｍと等しい温度を有しており、光学部材Ｍを加熱若しくは冷却することはない。

【００３４】

まず、光学部材温度検出部３００は露光光Ｌが照射されていない状態（初期状態）の光学部材Ｍの温度を検出し、検出した初期状態の温度を制御部５００に送信する。制御部５００は、受信した光学部材Ｍの初期状態の温度を所定の値として記憶する（ステップ２００１）。但し、初期状態では、光学部材Ｍは表面形状に変化がないものとする。次に、露光光Ｌが照射されると（ステップ２００２）、光学部材温度検出部３００は光学部材Ｍの温度を検出し（ステップ２００３）、光学部材温度検出部３００が検出した光学部材Ｍの温度と所定の値が等しいかどうか判断する（ステップ２００４）。検出した光学部材Ｍの温度が所定の値と等しい場合、光学部材Ｍに露光光Ｌが照射している間は、ステップ２００４以下を繰り返す。検出した光学部材Ｍの温度が所定の値と異なる場合、制御部５００は、光学部材Ｍの温度が所定の値となるために必要な輻射板１０１の温度を算出する。（ステップ２００５）。制御部５００は、算出した輻射板１０１の温度に基づいて、循環部１０２が供給及び循環させる冷媒の温度を調節し、輻射板１０１を冷却する（ステップ２００６）。即ち、ステップ２００６は、光学部材Ｍの露光領域Ｓと輻射板１０１との間に温度差を形成する。従って、輻射により光学部材Ｍの熱を輻射板１０１が吸収し、光学部材Ｍの温度を所定の値にすることができる。以下、光学部材Ｍに露光光Ｌが照射されている間（即ち、露光中）は、ステップ２００４以下を繰り返す。

【００３５】

従って、冷却装置１及び冷却方法２０００によれば、真空環境下に置かれた、熱伝導性が低い材質で構成された光学部材Ｍであっても、露光により入熱する露光領域Ｓのみを輻射により冷却することによって、効率良く入熱を吸収することができる。これにより、光学部材Ｍに接触することなく、光学部材Ｍの温度を一定にすることができ、結像性能の劣化となる光学部材Ｍの熱膨張による変形を低減させて、所望の光学性能を実現することができる。

【００３６】

ここで、図２のフローチャートのステップ２００１において、必ずしも「光学部材の初期温度」を「所定の値」とする必要はなく、光学部材Ｍが設計値通りの形状になる温度を「所定の値」とすれば良い。例えば、光学部材が２３［℃］であれば、設計値通りの形状となることが分かっていれば、「所定の値」は２３［℃］とすれば良い。勿論、この値は装置によって異なるが、２０［℃］から２５［℃］の間、好ましくは２２［℃］から２４［℃］の間に設定するのが良い。

【００３７】

次に、図３を参照して、冷却装置１の変形例である冷却装置１Ａについて説明する。冷却装置１は、冷却装置１Ａと比較して輻射冷却機構１００Ａ及び制御部５００Ａについて異なる。

【００３８】

冷却装置１Ａは、冷却装置１と同様、図示しない真空ポンプによって１×１０－６［Ｐａ］程度の真空に維持された真空チャンバＶＣ内に置かれた光学部材Ｍを冷却する冷却装置である。本実施形態においては、光学部材Ｍとしてミラーを例に説明する。冷却装置１Ａは、図３によく示されるように、輻射冷却機構１００Ａと、フード２００と、光学部材温度検出部３００と、フード温度検出部４００と、制御部５００Ａとを有する。

【００３９】

輻射冷却機構１００Ａは、光学部材Ｍの露光面と対向する位置に非接触で配置され、光学部材Ｍに対して輻射により光学部材Ｍの露光領域Ｓから熱を吸収する。換言すれば、輻射冷却機構１００Ａは、露光により高温となった光学部材Ｍの露光領域のみを輻射により冷却する。輻射冷却機構１００Ａは、輻射板１０１Ａ

と、循環部１０２Ａと、パイプ１０３Ａと、ペルチェ素子１０５と、放熱ブロック１０６と、流路１０７とを有する。

【００４０】

輻射板１０１Ａは、不図示の輻射板支持定盤に支持された不図示の輻射支持部材によって、露光光Ｌが形成する空間以外に、光学部材Ｍに対して一定の間隔を有して固定される。輻射板１０１Ａは、後述するペルチェ素子１０５が接合され、ペルチェ素子１０５のペルチェ効果により冷却されて光学部材Ｍの露光領域Ｓに対して低温となり温度差を形成する。即ち、輻射板１０１Ａは、光学部材Ｍの露光領域Ｓとの温度差により、光学部材Ｍの露光領域Ｓの熱を吸収する。輻射板１０１Ａとペルチェ素子１０５との接合は、放出ガス量が低く、且つ、熱伝導性のよい蒸着、半田等の金属のメタライズによって行う。輻射板１０１Ａとペルチェ素子１０５との接合を金属によって行うことで、接着剤を使用する場合に発生してしまう放出ガスをなくし、光学部材Ｍの表面にコンタミが付着することを防止することができる。輻射板１０１Ａは、比較的熱伝導性がよく輻射率の高い材料、例えば、セラミクスの窒化アルミニウム（ＡｌＮ）からなる。輻射板１０１Ａの形状は、光学部材Ｍの露光領域Ｓとの輻射伝熱量を決定する重要なパラメータである形態係数が最も高く、露光領域Ｓのみを輻射冷却するように形成されている。これにより、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射にて冷却することができる。

【００４１】

ペルチェ素子１０５は、例えば、ｐ型半導体及びｎ型半導体を熱的に並列に配置して構成される。ペルチェ素子１０５は、後述する制御部５００Ａに制御され、輻射板１０１Ａと接合してペルチェ効果により輻射板１０１Ａを冷却する。「ペルチェ効果」とは、２種類の導体や半導体の接点に電流を流すと電導率の違いから熱の移動が起こるという現象である。本実施形態では、ペルチェ素子１０５は、ｐ型半導体及びｎ型半導体で構成しているので、ｐ型半導体からｎ型半導体の領域では電子が流れにくいため熱を吸収する吸熱面１０８を形成し、ｎ型半導体からｐ型半導体の領域では電子が流れやすいため熱を放出する放熱面１０９を形成する。従って、ペルチェ素子１０５の放熱面１０９を輻射板１０１Ａと接合

することで、輻射板１０１Ａから熱を吸収して冷却することができる。また、ペルチェ素子１０５が吸収できる熱量は、印加電圧によって調節することができる。ペルチェ素子１０５は、応答性が高いために高精度に輻射板１０１Ａの温度を制御して、光学部材Ｍの温度を所定の値にすることができる。ペルチェ素子１０５の放熱面１０９には、放熱ブロック１０６が接合されている。

【００４２】

放熱ブロック１０６は、ペルチェ素子１０５の放熱面１０９に金属によって接合されている。放熱ブロック１０６とペルチェ素子１０５との接合に金属を用いるのも、上述したように、放出ガス量を抑え、熱伝導性を高めるためである。放熱ブロック１０６は、後述する循環部１０２Ａが供給する冷媒が流れるための流路１０７を有する。流路１０７は、パイプ１０３Ａを介して循環部１０２Ａと接続される。流路１０７は、放熱ブロック１０６中の全面に亘って形成され、放熱ブロック１０６全面に一様に冷媒が流れるように構成される。放熱ブロック１０６は、冷媒により冷却されてペルチェ素子１０５の放熱面１０９から排熱される輻射板１０１Ａを介して吸収した光学部材Ｍの熱を回収する。放熱ブロック１０６は、例えば、セラミクスの窒化アルミニウム（ＡｌＮ）からなる。

【００４３】

循環部１０２Ａは、パイプ１０３Ａと接続し、パイプ１０３Ａを介して冷媒を放熱ブロック１０６の流路１０７に供給及び循環させる。循環部１０２Ａが流路１０７に供給及び循環させる冷媒は、放熱ブロック１０６からの排熱を回収するためである。従って、冷媒の温度は、可変とする必要がなく、また、極端に低温とする必要もない。例えば、光学部材Ｍの温度を２３℃（所定の値）に保ちたい場合、冷媒の温度は２３℃で十分である。即ち、循環部１０２Ａは、一定の温度（例えば、光学部材Ｍの保ちたい温度）の冷媒を供給及び循環させればよい。これにより、引き回し途中でパイプ１０３Ａが、温度変化することで光学部材が位置ずれを起こし、光学部材の光学性能を劣化させてしまう部材、例えば、レーザー干渉計固定部材、光学部材支持部材の冷却を防止することができる。

【００４４】

制御部５００Ａは、温度検出部３００で検出される光学部材Ｍの露光領域Ｓの

温度が所定の値になるように、輻射冷却機構１００Ａを制御する。制御部５００Ａは、より詳細には、ペルチェ素子１０５に印加する印加電圧を変化させることで輻射板１０１Ａの温度を制御する。即ち、制御部５００Ａは、輻射板１０１Ａが吸収しなければならない熱量を算出し、かかる熱量から輻射板１０１Ａの温度を決定する。更に、制御部５００Ａは、決定した輻射板１０１Ａの温度に基づいて、ペルチェ素子１０５に印加する印加電圧を調節する。かかる制御によって、輻射板１０１Ａが光学部材Ｍの露光領域Ｓから吸収する熱量が調節され、光学部材Ｍの露光領域Ｓ温度が所定の値となる。換言すれば、制御部５００Ａは、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度を一定に保つ機能を有する。

【００４５】

また、制御部５００Ａは、フード温度検出部４００で検出されるフード２００の温度が、光学部材温度検出部３００で検出される光学部材Ｍの温度と等しくなるように、循環部２０１がフード２００（の流路２０２）に供給及び循環させる流体の温度を変化させる。かかる制御により、フード２００の温度は光学部材Ｍの温度と等しくなるため、フード２００は光学部材Ｍを加熱もしくは冷却することはない。

【００４６】

冷却装置１Ａによれば、輻射冷却機構１００Ａに温度の応答性に優れたペルチェ素子１０５を用いることで、輻射板１０１Ａの温度制御が向上し、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度を高精度に安定させることができる。従って、冷却装置１Ａによれば、真空環境下に置かれた、熱伝導性が低い材質で構成された光学部材Ｍであっても、露光による入熱が行われる露光領域Ｓを輻射により冷却することによって、効率良く入熱を吸収することができる。これにより、光学部材Ｍに接触することなく、光学部材Ｍの温度を一定にすることができ、結像性能の劣化となる光学部材Ｍの熱膨張による変形を低減させて、所望の光学性能を実現することができる。なお、冷却装置１Ａを用いた光学部材Ｍの冷却方法については、図２を参照して説明した冷却方法２０００と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【００４７】

図４は、輻射板１０１Ａの形状が、光学部材Ｍの露光領域Ｓの形状と異なる等の理由により、輻射板１０１Ａが光学部材Ｍの露光領域Ｓ以外を輻射冷却してしまう場合を説明する図である。図４には、代表例として冷却機構１Ａと、光学部材Ｍと、真空チャンバＶＣを示している。この場合、フード２００の光学部材Ｍ側開口部に輻射遮蔽絞り６００を配置する。輻射遮蔽絞り６００の形状は、輻射板１０１Ａが、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを冷却するように形成されている。つまり、輻射遮蔽絞り６００は、フード２００の光学部材Ｍ側開口部に固定してあり、露光領域Ｓ以外から発せられる熱線を遮蔽する役割を果たす。これにより、輻射板１０１Ａは、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射にて冷却することができる。また、輻射遮蔽絞り６００は、フード２００に固定されているため、フード２００からの熱伝達により、光学部材Ｍと等しい温度に温調される。これにより、輻射遮蔽絞り６００は光学部材Ｍの露光面Ｓを加熱若しくは冷却しない。輻射遮蔽絞り６００の材質としては、熱伝導率が高い材質、例えばアルミや銅などが好ましい。

【００４８】

更に、露光光のＮＡに応じて、輻射遮蔽絞り６００の形状を変化させる機構を設けると良い。図５に、輻射遮蔽絞り６００の形状を変化させる機構の一例を示す。７０１は移動板であり、その表面側には、輻射遮蔽絞り６００及び６００ａを保持している。一方、裏面側には必要な露光領域の形状に応じて、輻射遮蔽絞り６００を変更できるように後述するスライドガイド７０２のテーブルが取り付けられている。ここで、移動板７０１の材質は前出の輻射遮蔽絞り６００と同様の機能を有するために、輻射率及び熱伝導性の高い材質が好ましい。７０２はスライドガイドであり、ガイドレールは不図示の支持板に保持されている。７０３はボールねじである。ボールねじ７０３は移動板７０１に取り付けられている。移動板７０１は、ボールねじの片端を回転することにより、矢視方向に移動する。以上の構成により、必要時には輻射遮蔽絞り６００の形状を可変とし、輻射板１０１Ａは、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射にて冷却することができる。また、図５のような機構がスペース上配置できない場合は、輻射遮蔽絞り６００の開口部の形状を調整自在とし、露光領域Ｓの形状に合わせて調整するものとする

。これにより、輻射板１０１Ａは、光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射にて冷却することができる。また、図４では代表例として冷却装置１Ａを使用した場合の説明を行ったが、冷却装置１を使用しても同様の効果を発揮することは言うまでもない。

【００４９】

図６は、光学部材Ｍの露光領域Ｓが、露光領域Ｓの中心点を中心とした同心円状に変化する不均一な温度分布を有している場合を説明する図である。図６に代表例として、冷却装置１Ａと、光学部材Ｍと、真空チャンバＶＣとを示す。図６（ａ）は、冷却装置１Ａと光学部材Ｍを上面から見た上面図、図６（ｂ）は冷却装置１Ａと、光学部材Ｍと、真空チャンバＶＣを側面から見た側面図である。但し、図６（ａ）において、放熱ブロック１０６、循環部１０２Ａ、パイプ１０３Ａ、循環部２０１、パイプ２０３、制御部５００、真空チャンバＶＣは省略してある。

【００５０】

７００は、光学部材Ｍの露光面温度分布を非接触に検出する温度分布検出部である。温度分布検出部７００は、真空チャンバＶＣ内に不図示の温度分布検出器支持部により、光学部材Ｍの露光面全面の温度分布が測定できる位置に支持されている。温度分布検出部７００には、光学部材Ｍ露光面上の多点を測定することができる多点式放射温度計やサーモグラフィなどが適している。温度分布検出部７００で検出される値は、後述する制御部５００Ａに送信される。但し、一般に非接触式の温度計の計測精度は接触式のそれと比較して劣るため、制御部５００Ａは、温度分布検出部の測定結果は光学部材温度検出部３００で検出される値に修正する。これにより、光学部材Ｍの露光面の温度分布を精度良く知ることができる。

【００５１】

図６に示すように、輻射板１０１Ａには、複数のペルチェ素子１０５ａ乃至１０５ｄを同心円状に接合している。複数のペルチェ素子１０５ａ乃至１０５ｄは、制御部５００Ａによって個別に制御され、それぞれ輻射板１０１Ａを冷却する。これにより、輻射板１０１Ａは、複数のペルチェ素子１０５ａ乃至１０５ｄの

各々の温度に対応した温度分布を有することができる。この場合、輻射板１０１Ａの材質としては、比較的輻射率が高く、熱伝導率が低いものが好ましい。

【００５２】

制御部５００Ａは、温度分布検出部７００で検出された光学部材Ｍ露光面の温度分布を、光学部材温度検出部３００で検出した値に修正する。これにより、光学部材Ｍの露光面温度分布をより正確に知ることができる。

【００５３】

また、制御部５００Ａは、温度分布検出部７００で検出される光学部材Ｍの温度分布が均一且つ所定の値になるように、輻射冷却機構１００Ａを制御する。制御部５００Ａは、より詳細には、複数のペルチェ素子１０５に印加する印加電圧をそれぞれ変化させることで輻射板１０１Ａの温度分布を制御する。即ち、制御部５００Ａは、光学部材Ｍの露光面温度分布から輻射板１０１Ａが吸収しなければならない熱量を算出し、かかる熱量から輻射板１０１Ａの温度分布を決定する。例えば、露光領域Ｓが中心部が最も高温で、半径方向に進むに従って低温になるような温度分布を有している場合、ペルチェ素子１０５ａを最も低温にし、次いで１０５ｂ、１０５ｃ、１０５ｄの順に低温にすれば良い。更に、制御部５００Ａは、決定した輻射板１０１Ａの温度分布に基づいて、複数のペルチェ素子１０５にそれぞれ印加する印加電圧を調節する。かかる制御によって、輻射板１０１Ａが光学部材Ｍから吸収する熱量が調節され、光学部材Ｍの温度分布が均一且つ所定の値となる。換言すれば、制御部５００Ａは、光学部材Ｍの温度分布を均一且つ一定に保つ機能を有する。また、図６では代表例として冷却装置１Ａを使用した場合の説明を行ったが、冷却装置１を使用しても、輻射板１０１に温度分布を生じさせることにより、同様の効果を発揮することは言うまでもない。

【００５４】

従って、光学部材Ｍの露光領域Ｓが加熱され、不均一な温度分布が生じている場合でも、冷却装置１若しくは１Ａによって、光学部材Ｍの露光領域Ｓの温度を均一且つ一定に保つことが可能である。また、図６にでは、光学部材Ｍの露光領域Ｓが、露光領域Ｓの中心点を中心とした同心円状に変化する不均一な温度分布を有している場合について説明したが、露光領域Ｓの温度が別の分布形状を有し

ている場合は、必要に応じて複数のペルチェ素子１０５の配置、形状、個数を選択すれば良いことは言うまでもない。

【００５５】

図１乃至図６では、冷却装置１及び１Ａは、輻射冷却機構１００及び１００Ａが光学部材Ｍの露光面と対向するように配置されている。しかし、露光光の入射角が小さい若しくはスペース上の理由等で、輻射冷却装置１００及び１００Ａを光学部材Ｍの露光面と対向する位置に配置できない場合は、斜方向から光学部材Ｍの露光領域Ｓを輻射冷却しても良い。

【００５６】

図７は、冷却装置１Ａを用いて光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを、斜方向から冷却する場合の実施例である。図７（ａ）においては、光学部材Ｍ、輻射板１０１Ａ、フード２００、輻射遮蔽絞り６００以外は省略してある。図７（ａ）は、冷却装置１Ａ及び光学部材Ｍを上面から見た上面図、図７（ｂ）は冷却装置１Ａ及び光学部材ＭのＡ－Ａ断面図である。図７（ａ）及び図７（ｂ）に示すように、冷却装置１Ａは斜方向から光学部材Ｍの露光領域Ｓのみを輻射冷却することが可能である。

【００５７】

しかし、斜方向から冷却した場合、露光領域Ｓを局所的に見ると、輻射板１０１Ａとの距離に偏りが生じている。そのため、輻射板１０１Ａと露光領域Ｓとの形態係数にも偏りが生じてしまうため、露光領域Ｓを均一に冷却することができない。従って、斜方向より光学部材Ｍの露光領域Ｓを輻射冷却する際には、図７（ａ）及び図７（ｂ）に示すように露光領域Ｓの中心点を中心にした円周上に、冷却装置１Ａを複数個等配する。これにより、露光領域Ｓに対する輻射冷却量の偏りを打ち消しあうことができる。従って、光学部材Ｍの露光領域Ｓを均一に輻射冷却することができる。但し、図７（ａ）及び図７（ｂ）では４つの冷却装置１Ａを光学部材Ｍの周囲に等配しているが、露光光を遮蔽することなく、光学部材Ｍの露光領域Ｓを均一に冷却できるならば個数は問わないことは言うまでもない。また、図７では、冷却装置１Ａを使用した実施例を示しているが、冷却装置１を使用しても同様の効果を得ることができる。

【００５８】

図８は、冷却装置１Ａの更なる実施例である。特に説明しない部材に関しては図１に示す実施例と同様である。この図８において、輻射板１０１Ａの形状は、八の字型（ハの字型）の断面を有した回転体であり、露光領域Ｓの中心部分の法線方向に対して、露光領域Ｓと向かい合う方向に傾けて設けられている。言い換えると、露光領域Ｓを覆うように設けられた半球体もしくは円錐の側面部から、露光領域Ｓに入射する光の光路と干渉する部分を除去したような形状になっている。

【００５９】

但し、この図８の実施例における輻射板の形状は、八の字型の断面を有する回転体であっても構わないが、完全な回転体である必要はなく、回転体の一部（例えば円錐台の側面部等）であっても構わない（すなわち上述したような円錐の側面の一部や球体の一部等）。また、輻射板の形状が回転体もしくは回転体の一部ではなく、三角錐、四角錐等（多角錐）の角錐の側面の一部のような形状をしていても構わない。勿論、冷却効率（温度調節効率）が許す場合は、輻射板の形状を円柱の側面、角柱の側面のような形状にしても構わない。

【００６０】

また、輻射板の断面形状は露光領域Ｓに対して凹を向けた曲率を有していることが好ましい。さらに、この凹面の曲率半径を輻射板と露光領域Ｓの中心部との距離と同じか、もしくは輻射板と露光領域Ｓの中心部との距離より長くするのが良い。

【００６１】

上記のような輻射板１０１Ａと、輻射遮蔽絞り６００とを組み合わせることによって、輻射板１０１Ａは露光光Ｌを遮蔽することなく、光学部材Ｍの露光領域Ｓを効率良く冷却することが可能となる。更に、輻射板１０１Ａは、露光領域Ｓの中心点を中心にした円周上に略均一に配置されているため、より均一に露光領域Ｓを冷却することが可能である。また、本実施例によると、フード２００は１個しか必要ではないため、図７で説明した実施例に対して、コストダウンや省スペース化を図ることが可能である。但し、必要に応じて、輻射板１０１Ａの裏面

に、複数のペルチェ素子１０５を接合しても良い。また、図８では、例として冷却装置１Ａを示したが、冷却装置１を使用しても同様の効果を得ることができることは言うまでもない。

【００６２】

また、必要に応じて、図９に示すように一つのフード内に複数の輻射板１０１Ａａ、１０１Ａｂ、１０１Ａｃ、１０１Ａｄを配置しても良い。複数の輻射板１０１Ａａ～１０１Ａｂの形状は、それぞれ露光光Ｌが形成する空間以外に、光学部材Ｍの露光領域Ｓとの輻射形態係数が最も大きくなるように形成されている。複数の輻射板１０１Ａａ～Ａｄの裏面には、それぞれペルチェ素子１０５ａ、１０５ｂ、１０５ｃ、１０５ｄが接合してあり、複数の輻射板１０１Ａａ～Ａｄの温度を、個別に制御することが可能である。但し、図９では、４枚の輻射板１０１Ａを露光領域Ｓの周囲に等配しているが、露光光を遮蔽することなく、光学部材Ｍの露光領域Ｓを均一に冷却できるならば、必要に応じて複数の輻射板１０１Ａａ～１０１Ａｂの個数、形状、配置を選択しても良い。また、図９では、例として冷却装置１Ａを示したが、冷却装置１を使用しても同様の効果を得ることができるし、輻射板の形状等に関しては図８と同様に様々なパターンが考えられることは言うまでもない。

【００６３】

次に、図１０を用いて遮蔽構造（絞り装置）１００Ｂについて説明する。この遮蔽構造は露光装置の投影光学系に適用しても良いし、露光装置の照明光学系やその他周知のいかなる光学系に適用してもよい。なお、各図において同一の参照番号を付した部材は同一部材を示し、重複した符号の説明は省略する。

【００６４】

本図において、１１０、１１５はミラーであり、反射を利用して光を結像させる。ミラー１１０、１１５の反射面には光を反射させる多層膜が施されており、かかる多層膜により光を強めあう作用を奏する。ミラー１１０、１１５に適用可能な多層膜は、例えば、モリブデン（Ｍｏ）層とシリコン（Ｓｉ）層を交互に積層したＭｏ／Ｓｉ多層膜、又は、Ｍｏ層とベリリウム（Ｂｅ）層を交互に積層したＭｏ／Ｂｅ多層膜などが考えられる。但し、本発明の多層膜は、上記した材料

に限定されず、これと同様の作用及び効果を有する多層膜の使用を妨げるものではない。

【００６５】

１２０、１２５はミラー１１０、１１５を支持する支持部材であり、ミラーに変形を与えないような構造となっている。支持部材は１２０、１２５は熱変動に伴って変形しないように低熱膨張材、例えば、インバやスーパインバを使用することが好ましい。また、ミラー変形を与えない構成の一例として、ミラーをキネマチック支持する方法が考えられる。

【００６６】

１３０、１３５は支持部材１２０、１２５を保持しているベースプレートである。これらはいずれも不図示の鏡筒に支持されている。前記支持部材１２０、１２５と同様にこれらの材質も熱変動に伴って変形しないように低熱膨張材、例えば、インバやスーパインバを使用することが好ましい。また、これらの構造も支持部材１２０、１２５を変形させないように十分な剛性を有する構造であることが望ましい。

【００６７】

Ｌはミラー１１０に入射する露光光である。露光光は不図示の光源から出射され、複数のミラーを反射して本図のミラー１１０に入射している。この露光光はミラー１１０において反射され、ミラー１１５に入射している。

【００６８】

１４０、１４５は遮蔽絞りである。これらは不図示の構造に支持されている。遮蔽絞り１４０，１４５は露光光Ｌの光束を制限するとともに、他の物体から放射される熱を遮断する役割をしている。これによって、ミラーに入射する露光光は実用上に必要な部分に制限される。遮蔽絞り１４０、１４５は外部からの熱を制限しているので、そのものが熱を反射・放射し、ミラーの変形要因になることは好ましくない。そのため、遮蔽絞り１４０、１４５の表面に表面処理を施したり、表面状態を変化させたりして、輻射率を変化させる必要がある。

【００６９】

輻射率を変化させる方法は２つある。第一の方法としては、遮蔽絞り１４０、

１４５の輻射率を略０、より具体的には、０．１以下にすることである。これによって、全ての熱を反射することになるので、ミラー自身には不要な熱は入射しない。輻射率を略０にする方法として、遮蔽絞り１４０、１４５の表面を研磨したり、表面に反射物を蒸着したりすることが挙げられる。これを実現させる前者の例として、ステンレスを電解研磨する方法、後者の方法として、アルミニウムを蒸着する方法がある。但し、輻射率を略０としているので、制限している光などが遮蔽絞り１４０、１４５を反射して、ゴーストやフレアを生じる可能性を有する。そのため、そういった要因とならないように、遮蔽絞り１４０、１４５の形状を考慮することが好ましい。また、輻射率が略０であるために、少なからず熱を吸収することが考えられる。

【００７０】

この残った熱は遮蔽絞り１４０、１４５の裏面側に伝導し、ミラー面に輻射されてしまうことになる。この点を改善する方法として、遮蔽絞り１４０、１４５を多段に重ねることによって、初段の遮蔽絞りで反射しきれなかった残りの熱を、次段以降の遮蔽絞りで吸収するようにすることで、ミラーに入射する熱を低減させることができる。この際、遮蔽絞り自身はお互いが伝熱の影響を受けないように、接しない構成を取ることが好ましい。

【００７１】

第二の方法としては、遮蔽絞り１４０、１４５の輻射率を略１、より具体的には０．９以上とし、不要な熱を遮蔽絞りに吸収させ、同時に遮蔽絞りを設定環境温度と同じになるように温度調節する。これによって、ミラー自身には不要な熱を入射させることは無くなる。

【００７２】

図１１は、遮蔽絞り１４０、１４５の輻射率を略１とした方法の一例を示した図である。ここで上側には上面図を、下側には断面図を記載した。１４１は配管であり、設定環境温度、例えば２３℃、と同じになるように温度調節された流体を流してある。この際、流体は排熱可能であれば、気体や液体のいずれでも構わない。その一例として、純水などが挙げられる。これによって遮蔽絞り１４０、１４５に入射した不要な熱を排熱することが可能となる。また、配管は樹脂、ス

テンレス等の金属などがあるが、真空中で使用する場合は、部材から排出するガスの観点から金属の方が好ましく、さらに表面を電解研磨等で処理をすることによってその効果がより高くなる。

【００７３】

図１２は、排熱方法の構成としてペルチェ素子を利用したことを示す図である。１４２は配管を保持するための支持板であり、配管１４１を保持するとともに後述するペルチェ素子の排熱を伝導する役割をしている。支持板１４２の材料としては、熱伝導性の良い銅やアルミニウムといったものが好ましい。また、支持板１４２の下面は後述するペルチェ素子を接合させるために絶縁部を設けてある。１４３はペルチェ素子である。ペルチェ素子１４３は、例えば、ｐ型半導体及びｎ型半導体を熱的に平行に配置して構成される。「ペルチェ効果」とは、２種類の導体や半導体の接点に電流を流すと電導率の違いから熱の移動が起こるという現象である。これによって、ペルチェ素子１４３の上面、下面で温度差が発生する。例えば、遮蔽絞り１４０、１４５が冷やされている場合は、支持板１４２が暖められることになる。ペルチェ素子１４３は前述した絶縁部に熱伝導性の良い蒸着、はんだ等の金属メタライズを施し接合している。また、遮蔽絞り１４０、１４５には図示していないが、遮蔽絞りの温度変動を計測するための温度計が接合されている。本構成で、遮蔽絞りに不要な熱が入射した場合、次の流れで遮蔽絞りの温度を制御する。まず、遮蔽絞り１４０、１４５に設けられた不図示の温度計が上昇する。不図示の温度計の計測値と設定環境温度を比較し、設定環境温度になるようにペルチェ素子１４３に電流を流す。以上によって、遮蔽絞り１４０、１４５の温度は一定に保たれる。なお、ペルチェ素子が動作した際に発熱があるが、これは前述したとおり支持板１４２を介して配管１４１に排熱される。

【００７４】

以上第一の方法、第二の方法を用いることにより確実に不要な熱を排除することが可能となる。なお、第一の方法で遮蔽絞り１４０、１４５を多段にする例を示したがそれを用いてもミラー１１０、１１５に影響を及ぼすようである場合は第二の方法のような排熱方法を盛り込んでも良いことは言うまでも無い。

【００７５】

図１３は不要な熱をより確実に遮蔽した構造を示した概略断面図である。１４８は光学系を保持する鏡筒である。鏡筒１４８も熱の影響を低減させるために内面を表面処理しており、例えば、これをステンレスで形成した場合、電解研磨を施してある。Ｒは鏡筒１４８から発生する熱である。１５０、１５５は遮蔽鏡筒であり、鏡筒の先端に露光光Ｌの入射を制限する開口部を設けてある。この開口部（この遮蔽鏡筒）は前述した遮蔽絞りと同様の役割をしている。また、遮蔽鏡筒１５０、１５５は前述した図１１、図１２と同様の機能を有しており、本図においては図１１と同様の構成となっている。このような構成を取ることによって、鏡筒やその他の部材から発せられる熱（輻射熱）を効果的に制限することが可能となる。また、本図においては、遮蔽鏡筒１５０、１５５が支持部材１２０、１２５を覆うように配置してあるが、ミラー全体を覆うようにしても良いことは言うまでもない。つまり、この遮蔽鏡筒（遮蔽部材）は、鏡筒等の部材から輻射熱がミラー（特にミラーの光が照射されない領域）に伝わるのを防止する役割を果たすためのものである。従って、好ましくは、光学部材の周囲の領域で、ミラー（光学部材）に入射する光及びミラーから出射する光の光路を遮らず（光路と干渉せず）、ミラーを支持する支持部材と干渉しない領域のほぼ全域を覆うように遮蔽鏡筒を設けるのが好ましい。

【００７６】

また、図１３では、ミラー（反射部材）を支持する支持部材１２０をベースプレート１３０により支持しており、そのベースプレートが遮蔽鏡筒１５０を支持している。しかしながら、この遮蔽鏡筒１３０はミラーとは別の部材に支持されている方が好ましい。すなわち、遮蔽鏡筒１５０はベースプレートとは異なる支持機構により支持されているのが好ましい。尚、その遮蔽鏡筒を支持する支持機構が、ミラーの表面側を輻射により冷却（温度調節）する冷却（温度調節）機構や、ミラーの裏面側を輻射により冷却（温度調節）する冷却（温度調節）機構を支持するように構成しても構わない。

【００７７】

図１４は開口径可変の可変ＮＡ絞りに不要な熱を遮蔽した構造を取り入れた概

略断面図である。本図において、１６０は可変ＮＡ絞り機構である。可変ＮＡ絞り機構１６０は投影ミラーのＮＡを変えている。この構成を図１５において詳細に説明する。

【００７８】

図１５はＮＡ絞り機構１６０を下面から見た図を示している。１６２ａ、１６２ｂはＮＡ絞りであり、これらの絞りによって投影ミラーのＮＡを変えている。１６４は移動板であり、その表面側には配管１４１、ペルチェ素子１４３、絞り１６２ａ及び１６２ｂを保持している。一方、裏面側には必要なＮＡに応じて、ＮＡ絞りを変更できるように後述するスライドガイド１６６のテーブルが取り付けられている。ここで、移動板１６４の材質は前出の遮蔽絞り１４０、１４５と同様の機能を有するために、熱伝導性の高い材質、例えば、銅やアルミニウムといったものであることが好ましい。また、ペルチェ素子１４３を貼り付けるために移動板１６４の上面には遮蔽絞り１４０、１４５と同様に絶縁部を設け、その上面にメタライズ処理を施している。１６６はスライドガイドであり、ガイドレールは不図示の支持板に保持されている。１６８はボールねじである。ボールねじ１６８のナット部が移動板１６４に取り付けられている。移動板１６４は、ボールねじの片端を回転する（図中Ｙ方向）ことにより、矢視方向に移動する。以上の構成により、必要時にはＮＡを可変とし、また、不要な熱はＮＡ絞り機構１６０によって排除が可能となる。因みに、上記ＮＡ絞り機構においては、移動板及びＮＡ絞りの輻射率を略１（０．９以上１．０以下）になるよう仮定して構成した。勿論、輻射率を略０（０以上０．１以下）として構成することも可能であることは言うまでもない。

【００７９】

上記構成においては、移動機構としてボールねじを利用した方法を示したが、その他の方法、例えば、リニアモータ等を使用しても良い。また、ＮＡ絞りを変化させる方法として、絞り１６２ａ、１６２ｂという二つの絞りを用いて構成したが、所謂虹彩絞り機構（複数の板をカム機構で駆動することにより、絞りの開口径を可変とする絞り機構）を用いたものでも良い。更に、本図においてＮＡ絞り機構１６０に不要な熱を排除させる機構を設けたが、図１３で示した遮蔽鏡筒

１５０、１５５のような構成にしても良い。また、可変ＮＡ絞り機構１６０と同様の機構を、可変ＮＡ絞りを必要とするミラー面以降のミラーの前面に配置し、ＮＡを変更させた際に連動して絞りを変更しても良い。

【００８０】

以下、本発明の冷却機構１及び１Ａや絞り装置１００Ｂ又は、それらの任意の組み合わせ（冷却機構１と絞り装置１００Ｂの組み合わせや、冷却機構１Ａと絞り装置１００Ｂの組み合わせ）を適用した露光装置３０００を図１６を用いて説明する。本発明の露光装置３０００は露光用の照明光としてＥＵＶ光（１３～１４ｎｍの波長の光で、例えば、波長１３．５ｎｍ）を用いる。また、露光装置３０００の像面は円弧状（リング状）の像面となり、マスクとウェハを縮小倍率比の速度比でスキャンすることにより、マスクの全面を露光する方式をとる。露光装置３０００は、ＥＵＶ光源３０１０、照明光学系３０３０、反射型レチクル３０４０、アライメント光学系３０５０、投影光学系３０６０、レチクルステージ３０７０、ウェハステージ３０８０、ウェハ３０９０を有する。なお、ＥＵＶ光は大気に対する透過率が低いため、少なくともＥＵＶ光が通る光路は真空雰囲気であることが好ましく、照明光学系３０３０からウェハステージ３０８０までを真空容器３０２０に収納している。

【００８１】

本実施形態のＥＵＶ光源３０１０は、例えば、レーザープラズマ光源を使用する。レーザープラズマ光源３０１０はターゲット供給装置３０１１によって供給され真空容器３０２０中に置かれたターゲット材３０１２に高強度のパルスレーザー光をパルスレーザー３０１３から集光レンズ３０１４を介して照射し、高温のプラズマ３０１５を発生させる。そして、これから放射される波長１３．５ｎｍ程度のＥＵＶ光を利用するものである。ターゲット材３０１２は、金属薄膜、不活性ガス、液滴などが用いられ、ガスジェット等のターゲット供給装置３０１１により真空容器内３０２０に供給される。放射されるＥＵＶ光の平均強度を高くするためにはパルスレーザー３０１３の繰り返し周波数は高い方が良く、通常数ｋＨｚの繰り返し周波数で運転される。あるいは、放電プラズマ光源が用いられる。これは真空容器中３０２０に置かれた電極周辺にガスを放出し、電極にパ

ルス電圧を印加し放電を起こし高温のプラズマを発生させ、これから放射される例えば波長１３．５ｎｍ程度のＥＵＶ光を利用するものである。

【００８２】

照明光学系３０３０はＥＵＶ光を伝播してマスク又はレチクル（本出願では両者を交換可能に使用する。）３０４０を照明する。図１６において、照明光学系３０３０は、第１乃至第３ミラー３０３１、３０３２及び３０３３と、オプティカルインテグレータ３０３４と、アパーチャ３０３５とを有する。第１ミラー３０３１はプラズマ３０１５からほぼ等方的に放射されるＥＵＶ光を集める。オプティカルインテグレータ３０３４はレチクル３０４０を均一に所定の開口数で照明する。また、それらのＥＵＶ光は第２乃至第３ミラー３０３２乃至３０３３によってレチクル３０４０へリレーされる。アパーチャ３０３５は照明光学系３０３０のレチクル３０４０と共役な位置に配置され、レチクル３０４０面で照明される領域を円弧状に限定する。

【００８３】

ここで、照明光学系を構成する第１乃至第３ミラー３０３１、３０３２及び３０３３と、オプティカルインテグレーター３０３４は、ＥＵＶ光の入射により加熱されるため、不図示の冷却装置１若しくは１Ａを各ミラー毎に配置して、それぞれのミラーを輻射によって冷却する。ここで、冷却装置１と冷却装置１Ａのどちらも使用可能であり、露光装置３０００の必要スペックや、コスト、許容スペース等を考慮して、適当と判断されたものを選択すれば良い。以下、例として冷却装置１Ａを使用した場合についてのみ説明を行う。図１６に示す照明光学系３０３０においては、第１乃至第３ミラー３０３１、３０３２及び３０３３と、オプティカルインテグレーター３０３４に入射するＥＵＶ光の入射角は比較的小さく、露光面と対向する位置に輻射板１０１Ａを配置することは困難である。従って、冷却装置１Ａは、図７乃至図９に示す形態で配置するのが好ましい。

【００８４】

３０６０は投影光学系である。ここで、より現実的に、本発明の露光装置３０００への適用例を説明するために、投影光学系３０６０の一例として特開２００３－４５８７２に示されている反射型投影光学系を挙げる。当該発明である投影

光学系３０６０は、レチクル３０４０側から光を反射する順番に、第１のミラー３０６１（凹面鏡）と、第２のミラー３０６２（凸面鏡）と、第３のミラー３０６３（凸面鏡）と、第４のミラー３０６４（凹面鏡）と、第５のミラー３０６５（凸面鏡）と、第６のミラー３０６６（凹面鏡）をと有し、第３のミラー３０６３が開口絞り部分に位置することを特徴としている。当該発明により、結像性能に優れた高ＮＡの光学系を達成することが可能となる。投影光学系３０６０を構成する第１乃至第６ミラー３０６１、３０６２、３０６３、３０６４、３０６５及び３０６６も、ＥＵＶ光の入射により加熱されるため、冷却装置１若しくは１Ａによって輻射冷却する。投影光学系３０６０についても、照明光学系３０３０と同様に、冷却装置１と冷却装置１Ａどちらも使用可能である。以下、例として冷却装置１Ａを使用した場合についてのみ説明を行う。第１乃至第３ミラー３０６１、３０６２及び３０６３に対するＥＵＶ光の入射角は比較的大きく、露光面と対向する位置に輻射板１０１Ａを配置することが可能であるため、図３乃至図４若しくは図６に示す形態で冷却装置１Ａを配置するのが好ましい。第４乃至第６ミラー３０６４、３０６５、３０６６に対するＥＵＶ光の入射角は比較的小さく、露光面と対向する位置に輻射板１０１Ａを配置することは困難であるため、図７乃至図９に示す形態で冷却装置１Ａを配置するのが好ましい。

【００８５】

レチクルステージ３０７０とウェハステージ３０８０は、縮小倍率に比例した速度比で同期して走査する機構をもつ。ここで、レチクル３０４０又はウェハ３０９０面内で走査方向をＸ、それに垂直な方向をＹ、レチクル３０４０又はウェハ３０９０面に垂直な方向をＺとする。

【００８６】

レチクル３０４０には所望のパターンが形成され、レチクルステージ３０７０上の図示しないレチクルチャックに保持される。レチクルステージ３０７０はＸ方向に移動する機構をもつ。また、Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向、及び各軸の回りの回転方向に微動機構をもち、レチクル３０４０の位置決めができるようになっている。レチクルステージ３０７０の位置と姿勢はレーザ干渉計によって計測され、その結果に基づいて位置と姿勢が制御される。なお、本実施形態ではレチクル

３０４０は反射型レチクルとして実現されているが、投影光学系３０６０はレチクル３０４０からの主光線の傾きを小さくすることができ、透過型レチクル又は反射型レチクルのどちらでも適用可能である。

【００８７】

ウェハ３０９０は、図示しないウェハチャックによってウェハステージ３０８０に保持される。ウェハステージ３０８０はレチクルステージ３０７０と同様にＸ方向に移動する移動機構をもつ。また、Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向、及び各軸の回りの回転方向に微動機構をもち、ウェハ３０９０の位置決めができるようになっている。ウェハステージ３０８０の位置と姿勢はレーザ干渉計によって計測され、その結果に基づいて位置と姿勢が制御される。

【００８８】

アライメント検出光学系３０５０によってレチクル３０４０の位置と投影光学系３０６０の光軸との位置関係、及びウェハ３０９０の位置と投影光学系３０６０の光軸との位置関係が計測され、レチクル３０４０の投影像がウェハ３０９０の所定の位置に一致するようにレチクルステージ３０７０及びウェハステージ３０８０の位置と角度が設定される。また、図示しないフォーカス検出光学系によってウェハ３０９０面でＺ方向のフォーカス位置が計測され、ウェハステージ３０８０の位置及び角度を制御することによって、露光中は常時ウェハ面を投影光学系３０６０による結像位置に保つ。

【００８９】

ウェハ３０９０上で１回のスキャン露光が終わると、ウェハステージ３０８０はＸ、Ｙ方向にステップ移動して次の走査露光開始位置に移動し、再びレチクルステージ３０７０及びウェハステージ３０８０が投影光学系の縮小倍率に比例した速度比でＸ方向に同期走査する。

【００９０】

このようにして、レチクル３０４０の縮小投影像がウェハ３０９０上に結像した状態でそれらを同期走査するという動作が繰り返される。（ステップ・アンド・スキャン）。こうしてウェハ３０９０全面にレチクル３０４０の転写パターンが転写される。

【００９１】

また、ＥＵＶ光がガスにより吸収されるのを防止するため、ＥＵＶ光が照射される光学素子が置かれた空間に残留していた炭素を含む分子を付着させないために、ＥＵＶ光が伝播する空間や光学素子が置かれた空間は、一定の圧力以下に保たれている必要がある。よって、光源や照明光学系３０３０や投影光学系３０６０の光学素子、レチクル３０４０、ウェハ３０９０などは真空容器３０２０に入れられ真空度を満たすように排気される。

【００９２】

露光において、照明装置２２０から射出されたＥＵＶ光はマスクＭＳを照明し、マスクＭＳ面上のパターンをレジストを塗布したウエハ等の被処理体W面上に結像する。本実施例において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、マスクとウェハを縮小倍率比の速度比でスキャンすることにより、マスクの全面を露光することができる。

【００９３】

露光装置の光源部は、本実施例のみに限定されない。例えば、光源部はディスチャージ方式の一つであるＺピンチ方式、プラズマ・フォーカス、キャピラリー・ディスチャージ、ホロウカソード・トリガードＺピンチ等を使用しても良い。

【００９４】

次に、図１７及び図１８を参照して、上述の露光装置３０００を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図１７は、デバイス（ＩＣやＬＳＩなどの半導体チップ、ＬＣＤ、ＣＣＤ等）の製造を説明するためのフローチャートである。本実施形態においては、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ１（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステップ２（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ３（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ４（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ５（組み立て）は、後工程と呼ばれ、ステップ４によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チッ

プ封入）等の工程を含む。ステップ６（検査）では、ステップ５で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷（ステップ７）される。

【００９５】

図１８は、ステップ４のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ１１（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ１２（ＣＶＤ）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ１４（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ１５（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ１６（露光）では、露光装置５００によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ１７（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ１８（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ１９（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置３０００を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【００９６】

以上、本冷却装置を露光装置に適応した例を示した。本発明の冷却装置はＥＵＶ光に限定することなく、他のエキシマレーザ光にも適応することが可能である。また、マスクやウエハなどにも適応することが可能である。

【００９７】

また、本発明の実施態様は以下のように記載することができる。

【００９８】

（実施態様１）　光学部材を温度調節する温度調節装置であって、

前記光学部材の所定領域に輻射熱を与えることにより温度調節する第１輻射機構と、

前記第１輻射機構からの輻射熱が、前記光学部材内の前記所定領域以外の領域に伝わらないように遮蔽する遮蔽部材とを有することを特徴とする温度調節装置

。

【００９９】

（実施態様２）　前記遮蔽部材の輻射率が０．１以下もしくは０．９以上であることを特徴とする実施態様１記載の温度調節装置。

【０１００】

（実施態様３）　前記遮蔽部材が前記光学部材に入射する光を制限する絞りの機能を有することを特徴とする実施態様１又は２記載の温度調節装置。

【０１０１】

（実施態様４）　前記遮蔽部材は筒形状をしていることを特徴とする実施態様１乃至３いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０２】

（実施態様５）　前記遮蔽部材を温度調節する温度調節手段を有することを特徴とする実施態様１乃至４いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０３】

（実施態様６）　前記光学部材の所定領域とは、前記光学部材において光が照射される領域（露光領域Ｓ）と略一致していることを特徴とする実施態様１乃至５いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０４】

（実施態様７）　前記光学部材と前記遮蔽部材とが、互いに異なる支持部材により支持されていることを特徴とする実施態様１乃至６いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０５】

（実施態様８）　前記光学部材が反射部材であって、前記第１輻射機構が前記光学部材の反射面（表面）に輻射熱を与えることを特徴とする実施態様１乃至７いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０６】

（実施態様９）　前記光学部材が反射部材であって、前記第１輻射機構が前記光学部材の反射面（表面）と向かい合っていることを特徴とする実施態様１乃至８いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０７】

（実施態様１０）　前記光学部材が反射部材であって、前記第１輻射機構が前記光学部材の反射面（表面）と対向する第１輻射板（第１輻射部材）を有しており、該輻射板から前記反射面に輻射熱を与えることを特徴とする実施態様１乃至９いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０８】

（実施態様１１）　前記第１輻射機構が前記光学部材の温度調節をする輻射板を有しており、該輻射板が円錐の側面の少なくとも一部又は角錐の側面の少なくとも一部又は球体の一部と略同じ形状をしていることを特徴とする実施態様１乃至１０いずれかに記載の温度調節装置。

【０１０９】

（実施態様１２）　前記第１輻射機構が前記光学部材の温度調節をする輻射板を有し、前記輻射板の前記所定領域と向かい合っている輻射面が凹面形状をしており、該輻射面の曲率半径が該輻射面の中心と前記所定領域の中心との距離と同じか、該輻射面の中心と前記所定領域の中心との距離より長いことを特徴とする実施態様１乃至１１いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１０】

（実施態様１３）　前記光学部材が反射部材であって、該反射部材の反射面とは反対側の面（裏面）に輻射熱を与える第２輻射機構を有することを特徴とする実施態様１乃至１２いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１１】

（実施態様１４）　前記光学部材が反射部材であって、該反射部材の反射面とは反対側の面（裏面）と向かい合う第２輻射機構を有することを特徴とする実施態様１乃至１３いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１２】

（実施態様１５）　前記光学部材が反射部材であって、該反射部材の反射面とは反対側の面（裏面）と対向する第２輻射板を備える第２輻射機構を有しており、前記第２輻射板（第２輻射部材）から前記反射面と反対側の面に輻射熱を与えることを特徴とする実施態様１乃至１４いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１３】

（実施態様１６）　前記遮蔽部材が前記光学部材の周囲の少なくとも一部を覆うように構成されていることを特徴とする実施態様１乃至１５いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１４】

（実施態様１７）　前記遮蔽部材が前記光学部材の周囲の、前記光学部材に入射する光及び前記光学部材から出射する光の光路と異なる領域を覆うように構成されていることを特徴とする実施態様１乃至１６いずれかに記載の温度調節装置。

【０１１５】

（実施態様１８）　実施態様１乃至１７いずれかに記載の温度調節装置を備え、マスクのパターンを基板上に露光することを特徴とする露光装置。

【０１１６】

（実施態様１９）　光源からの光でマスクのパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系とを有する露光装置であって、実施態様１乃至１７いずれかに記載の温度調節装置を用いて前記照明光学系及び前記投影光学系が有する少なくとも１つの光学部材の温度調節を行うことを特徴とする露光装置。

【０１１７】

（実施態様２０）　実施態様１８又は１９に記載の露光装置で前記基板を露光する露光工程と、前記露光された基板を現像する現像工程とを有することを特徴とするデバイスの製造方法。

【０１１８】

（実施態様２１）　真空雰囲気下に置かれた光学部材を温度調節（冷却）する温度調節（冷却）装置であって、

前記光学部材の温度を検出する光学部材温度検出部を有する検出部と、前記光学部材に非接触で配置され、前記光学部材の露光領域から輻射で熱を吸収する輻射温度調節（冷却）機構と、前記輻射温度調節（冷却）機構と前記光学部材の露光領域以外の面との輻射伝熱を遮蔽する輻射遮蔽部材と、前記検出部の検出する

前記光学部材の温度が所定の値となるように、前記輻射温度調節（冷却）機構を制御する制御部とを有することを特徴とする温度調節（冷却）装置。

【０１１９】

（実施態様２２）　前記輻射温度調節（冷却）機構は、冷媒が流れるための流路を有し、前記光学部材の露光領域に対して温度差を形成する輻射板と、前記制御部に制御され、前記冷媒を前記流路に循環させる循環部とを有することを特徴とする実施態様２１記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２０】

（実施態様２３）　前記冷媒の温度は、可変であることを特徴とする実施態様２２記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２１】

（実施態様２４）　前記輻射温度調節（冷却）機構は、前記光学部材に対して温度差を形成する輻射板と、前記制御部に制御され、前記輻射板に接合してペルチェ効果により前記輻射板を温度調節（冷却）するペルチェ素子と、冷媒が流れるための流路を有し、前記ペルチェ素子の排熱を回収する放熱ブロックと、前記冷媒を前記流路に循環させる循環部とを有することを特徴とする実施態様２１記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２２】

（実施態様２５）　前記冷媒の温度は、一定であることを特徴とする実施態様２４記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２３】

（実施態様２６）　前記輻射板は、露光光が形成する空間以外に、前記光学部材に非接触で配置され、前記光学部材の露光領域との輻射形態係数が略１（０．９以上）に近づく形状を有することを特徴とする実施態様２２乃至２５記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２４】

（実施態様２７）　前記輻射遮蔽部材は、冷媒が流れるための流路と前記制御部に制御され、前記冷媒を前記流路に循環させる循環部とを有することを特徴とする実施態様２１乃至２６記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２５】

（実施態様２８）　前記検出部は、前記輻射遮蔽部材の温度を検出する輻射遮蔽部材温度検出部を有し、前記制御部によって制御される前記冷媒の温度により、前記輻射遮蔽部材温度検出部で検出される前記輻射遮蔽部材の温度が、前記光学部材温度検出部が検出する前記光学部材の温度と等しいことを特徴とする実施態様２７記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２６】

（実施態様２９）　前記輻射遮蔽部材の内部表面の輻射率は略１であることを特徴とする実施態様２１乃至２８記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２７】

（実施態様３０）　前記輻射遮蔽部材は、前記輻射遮蔽部材の開口部に、前記輻射板と前記光学部材の露光領域以外との輻射伝熱を遮蔽する輻射遮蔽絞りを有することを特徴とする実施態様２１乃至２９記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２８】

（実施態様３１）　前記輻射遮蔽絞りは、前記光学部材の露光領域に対応して形状が可変であることを特徴とする実施態様３０記載の温度調節（冷却）装置。

【０１２９】

（実施態様３２）　前記検出部は、前記光学部材の露光面温度分布を検出する温度分布検出部を有することを特徴とする実施態様２４乃至３１記載の温度調節（冷却）装置

（実施態様３３）　前記輻射温度調節（冷却）機構は、前記輻射板に接合し、前記制御部によって、記温度分布検出部が検出する前記光学部材の露光面の温度分布が均一且つ一定になるように個別に制御される複数の前記ペルチェ素子を有することを特徴とする実施態様３２記載の温度調節（冷却）装置。

【０１３０】

（実施態様３４）　前記温度分布検出部は、前記光学部材に接触することなく、前記光学部材の露光面温度分布を検出することを特徴とする実施態様３２乃至３３記載の温度調節（冷却）装置。

【０１３１】

（実施態様３５）　前記制御部は、前記温度分布検出部の検出する値を前記温度温度検出部で検出される値に修正することを特徴とする実施態様３４記載の温度調節（冷却）装置。

【０１３２】

（実施態様３６）　前記輻射板は、低い熱伝導率を有することを特徴とする実施態様３２乃至３５記載の温度調節（冷却）装置。

【０１３３】

（実施態様３７）　真空雰囲気下に置かれた光学部材を温度調節（冷却）する温度調節（冷却）方法であって、前記光学部材の温度を検出するステップと、前記検出ステップで検出した前記光学部材の露光領域の温度が所定の値となるように、前記光学部材と非接触で配置されると共に前記光学部材の露光領域の熱を吸収する輻射板との間に温度差を形成するステップとを有することを特徴とする温度調節（冷却）方法。

【０１３４】

（実施態様３８）　実施態様２１乃至３６のうちいずれか一項記載の温度調節（冷却）装置と、前記温度調節（冷却）装置により温度調節（冷却）された光学部材を介してマスク又はレチクルに形成されたパターンを被処理体に露光する光学系とを有する露光装置。

【０１３５】

（実施態様３９）　実施態様３８記載の露光装置を用いて被処理体を投影露光するステップと、投影露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【０１３６】

（実施態様４０）　光学素子の入射側に設けられ、露光光を制限する絞りにおいて、当該絞りの輻射率が０．１以下もしくは０．９以上であることを特徴とする絞り装置。

【０１３７】

（実施態様４１）　前記絞りは前記光学素子の周囲を覆っていることを特徴とする実施態様４０記載の絞り装置。

【０１３８】

（実施態様４２）　前記絞りは露光光の開口を制限することを特徴とする実施態様１記載の絞り装置。

【０１３９】

（実施態様４３）　前記絞りは温度調節（冷却）装置を有することを特徴とする実施態様４０記載の絞り装置。

【０１４０】

（実施態様４４）　前記温度調節（冷却）装置は前記絞りに接合してペルチェ効果により前記絞りを温度調節（冷却）するペルチェ素子と冷媒が流れるための流路を有し、前記流路は前記ペルチェ素子の排熱を回収することを特徴とする実施態様４３記載の絞り装置。

【０１４１】

（実施態様４５）　前記光学素子はミラーであることを特徴とする実施態様４０乃至４１記載の絞り装置。

【０１４２】

（実施態様４６）　光源からの光でマスク（レチクル）に形成されたパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を被露光体に投影する投影光学系とを有し、前記照明光学系と前記投影光学系の少なくともいずれか一方が実施態様４０乃至４５のうち何れか一項記載の絞り装置を有していることを特徴とする露光装置。

【０１４３】

（実施態様４７）　実施態様４０乃至４５のうちいずれか一項記載の絞り装置を備え、当該絞り装置の開口を介してマスクまたはレチクルに形成されたパターンを被処理体に露光する光学系とを有することを特徴とする露光装置。

【０１４４】

（実施態様４８）　前記露光装置で用いる光がＥＵＶ光であることを特徴とする実施態様４６又は４７記載の露光装置。

【０１４５】

（実施態様４９）　前記露光装置内において露光光が通る光路の雰囲気が、高

真空もしくは実質的にヘリウムガスで満たされていることを特徴とする実施態様４６又は４７記載の露光装置。

【０１４６】

（実施態様５０）　実施態様４６乃至４９いずれか記載の露光装置を用いて被露光体を露光するステップと、前記露光された前記被処理体に所定のプロセス（現像等）を行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【０１４７】

【発明の効果】

本発明の温度調節装置及び方法によれば、真空雰囲気下に配置され、露光により最も高温となる光学部材の露光領域（光照射領域）が熱伝導性が低い材質で構成されていたとしても、光学部材に接触することなく、光学部材を温度調節（冷却）することが可能となるので、結像性能の劣化となる光学部材の熱膨張による変形を低減させて所望の光学性能を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図２】

真空雰囲気下に置かれた光学部材を冷却する冷却方法を説明するためのフローチャートである。

【図３】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図４】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図５】

輻射遮蔽絞りの要部拡大構成図である。

【図６】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図７】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図８】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図９】

本発明の一側面としての冷却装置を示す概略構成図である。

【図１０】

本発明の一側面としての遮蔽構造１００Ｂを示す概略側面図である。

【図１１】

遮蔽絞り１４０、１４５の輻射率を略１とした方法の一例を示した図である。

【図１２】

排熱方法の構成としてペルチェ素子を利用したことを示す図である。

【図１３】

不要な熱をより確実に遮蔽した構造を示した概略断面図である。

【図１４】

開口径可変の可変ＮＡ絞りに不要な熱を遮蔽した構造を取り入れた概略断面図である。

【図１５】

ＮＡ絞り機構１６０を下面から見た図である。

【図１６】

本発明の例示的な露光装置の概略構成図である。

【図１７】

デバイス（ＩＣやＬＳＩなどの半導体チップ、ＬＣＤ、ＣＣＤ等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図１８】

図１７に示すステップ４のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図１９】

従来のミラー冷却装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

１、１Ａ　冷却装置

１００、１００Ａ　輻射冷却機構

１０１、１０１Ａ、１０１Ａａ、１０１Ａｂ、１０１Ａｃ、１０１Ａｄ　輻射板

１０２、１０２Ａ　循環部

１０４　流路

１０５、１０５ａ、１０５ｂ、１０５ｃ、１０５ｄ　ペルチェ素子

１０６　放熱ブロック

１０７　流路

１００Ｂ　遮蔽構造

１１０　ミラー

１４０、１４５　遮蔽絞り

１４１　配管

１４３　ペルチェ素子

１５０、１５５　遮蔽鏡筒

１６０　可変ＮＡ絞り機構

２００　フード

２０１　循環部

２０２　流路

３００　光学部材温度検出部

４００　フード温度検出部

５００、５００Ａ　制御部

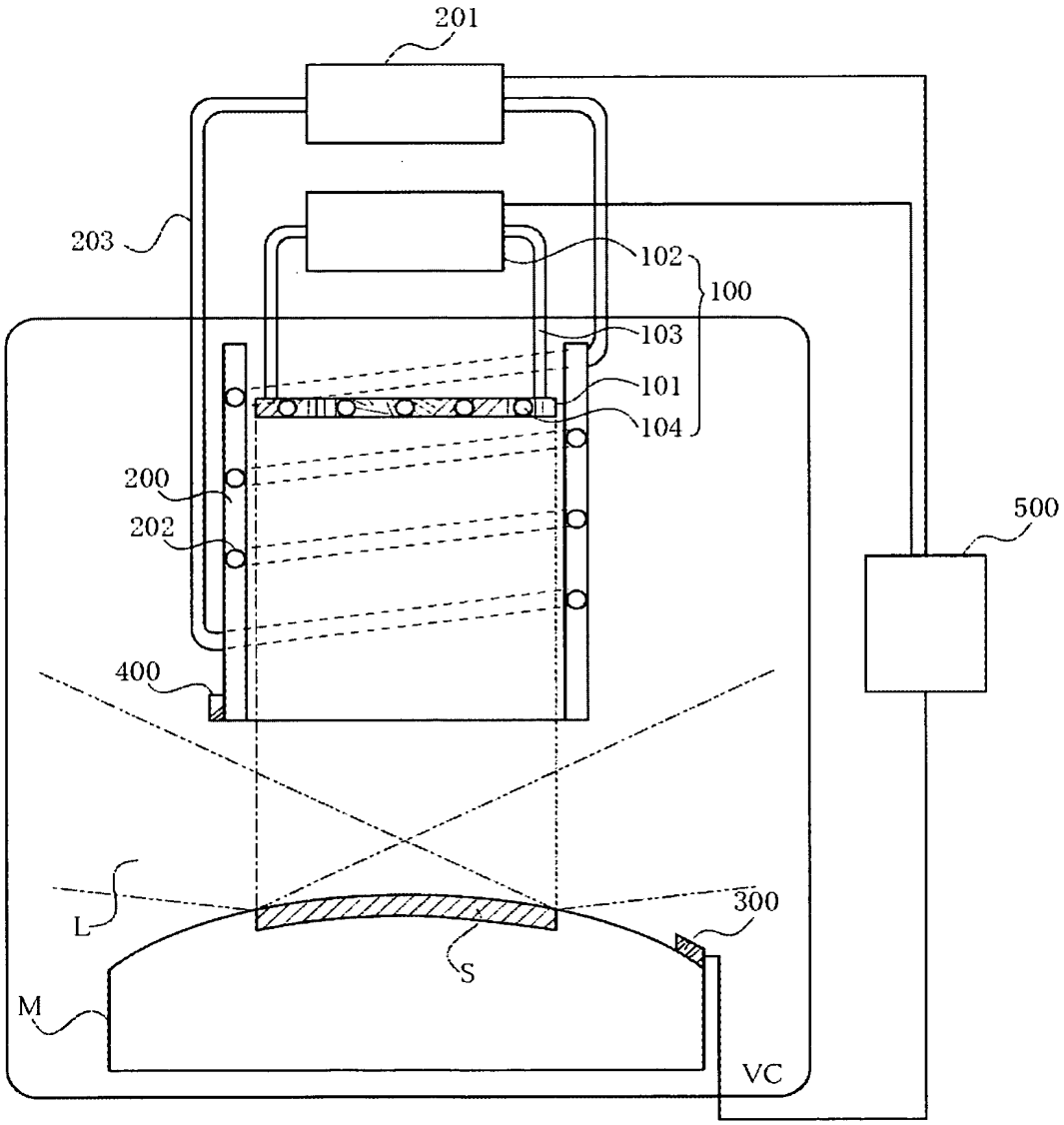
６００、６００ａ　輻射遮蔽絞り

７００　温度分布検出部

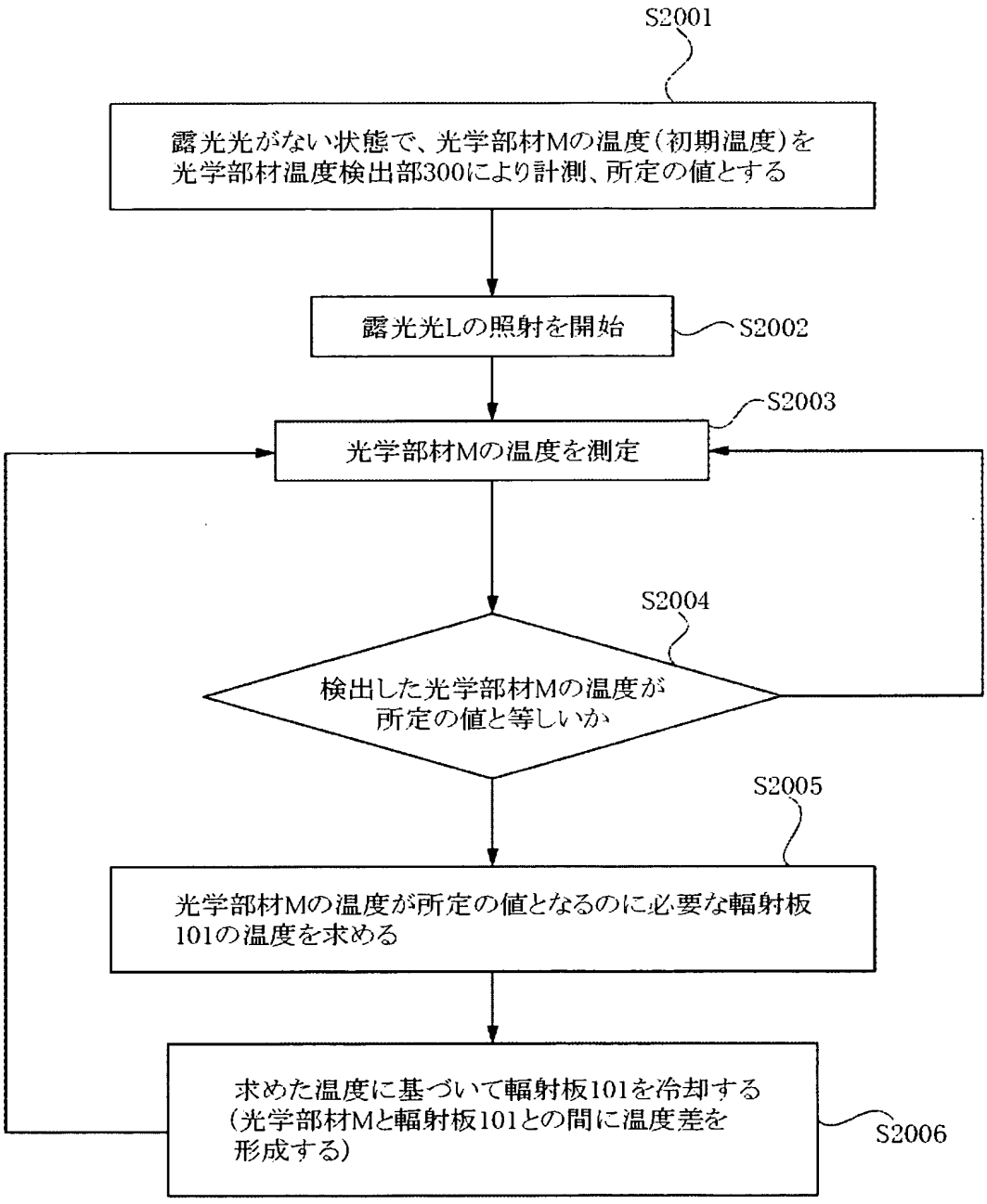
３０００　露光装置

【書類名】　図面

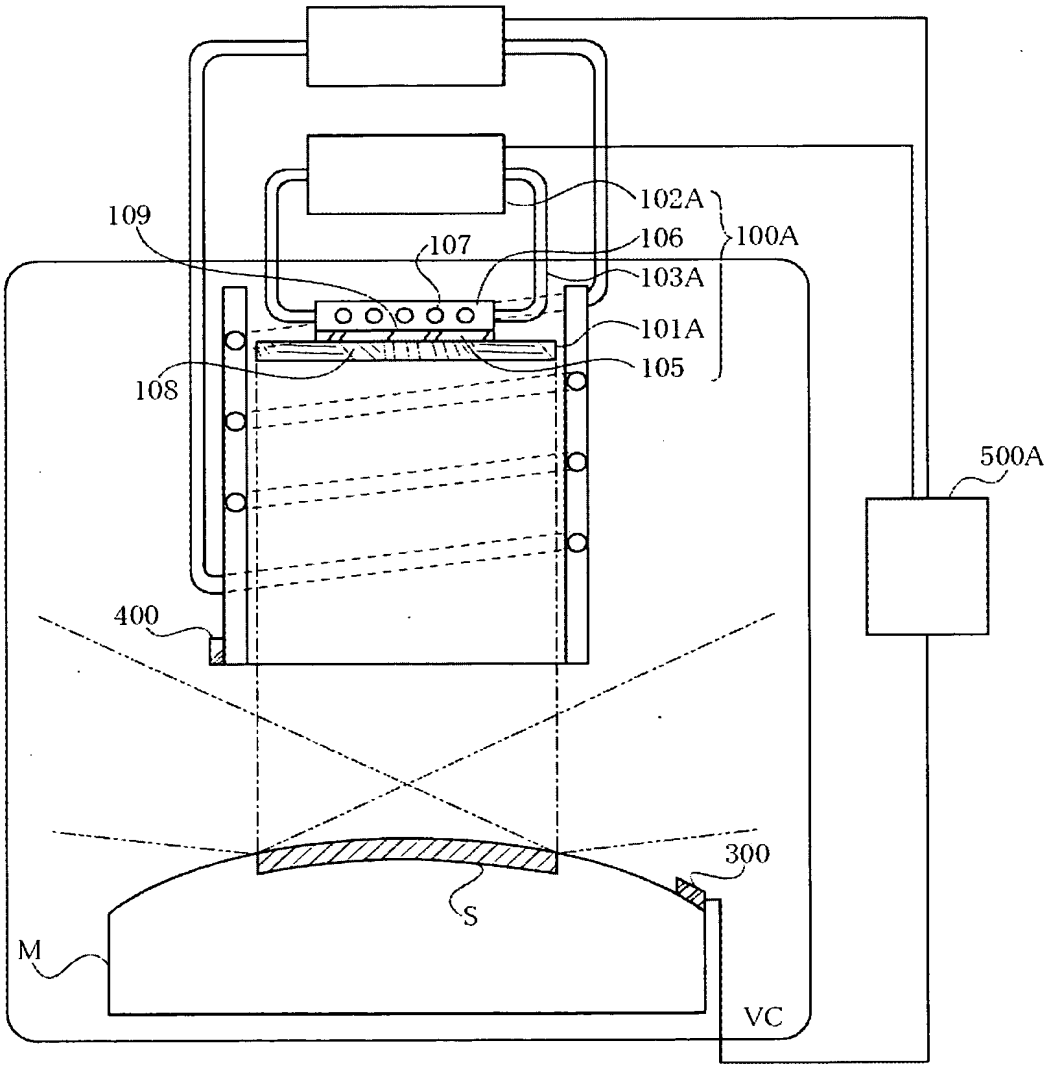
【図１】



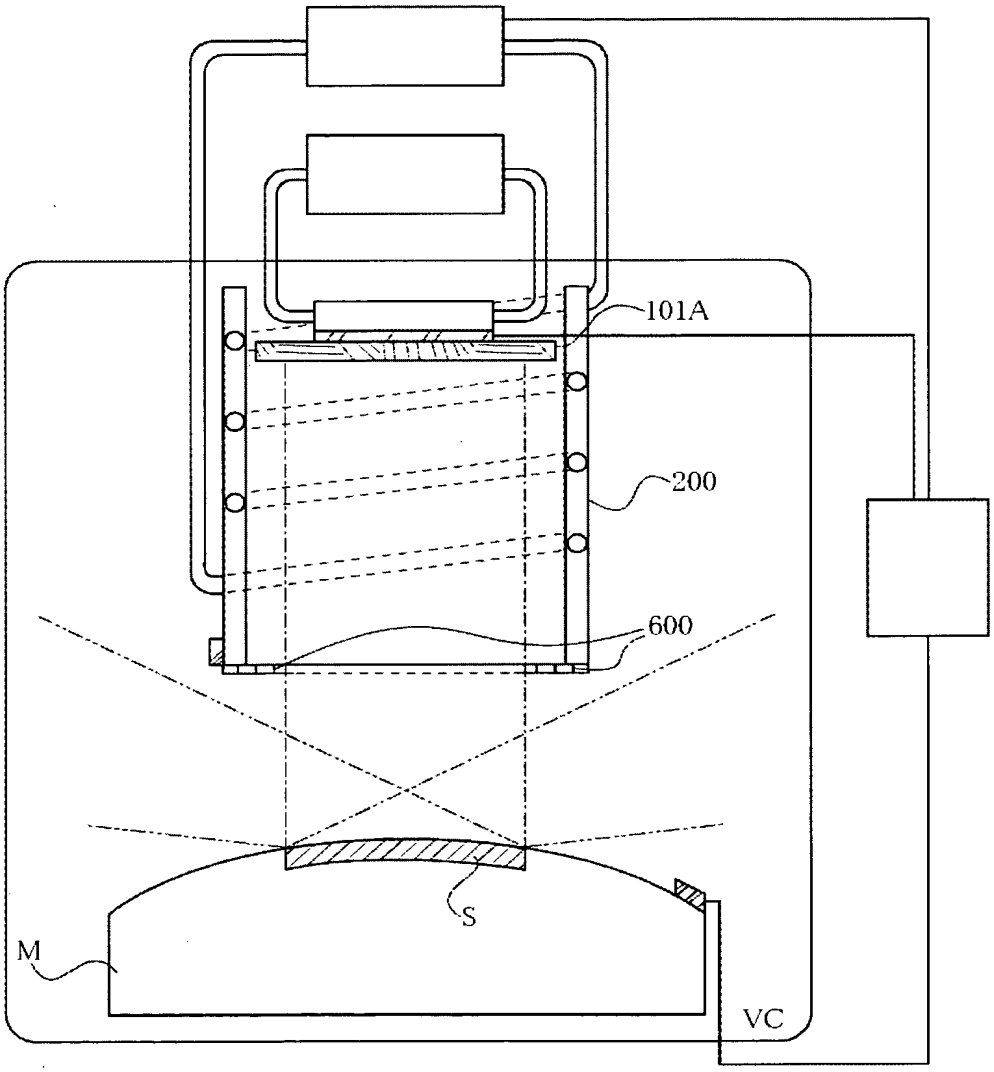
【図２】


S2001
露光光がない状態で、光学部材Mの温度（初期温度）を
光学部材温度検出部300により計測、所定の値とする
露光光Lの照射を開始
S2002
S2003
光学部材Mの温度を測定
S2004
検出した光学部材Mの温度が
所定の値と等しいか
S2005
光学部材Mの温度が所定の値となるのに必要な輻射板
101の温度を求める
求めた温度に基づいて輻射板101を冷却する
（光学部材Mと輻射板101との間に温度差を
形成する）
S2006

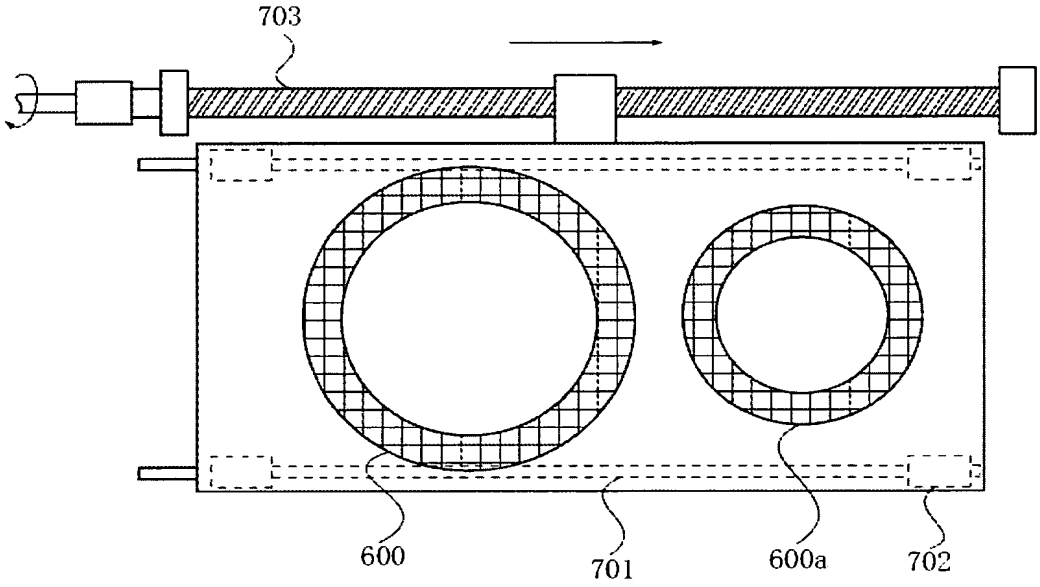
【図３】



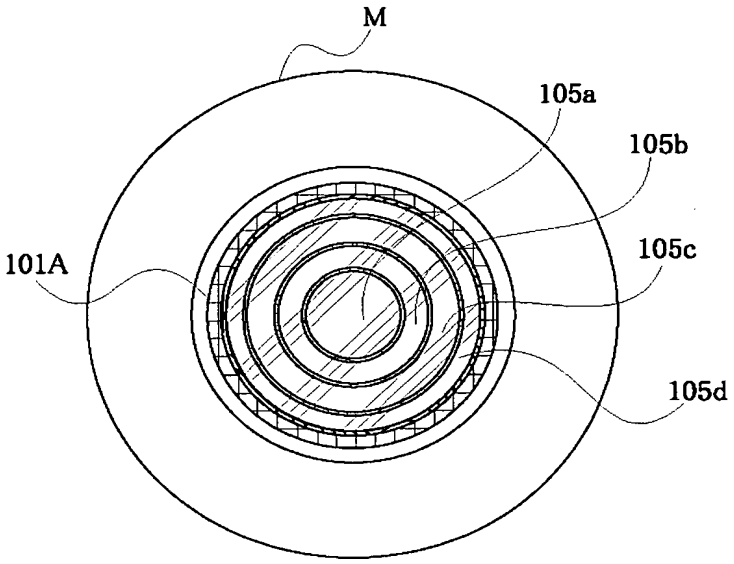
【図４】



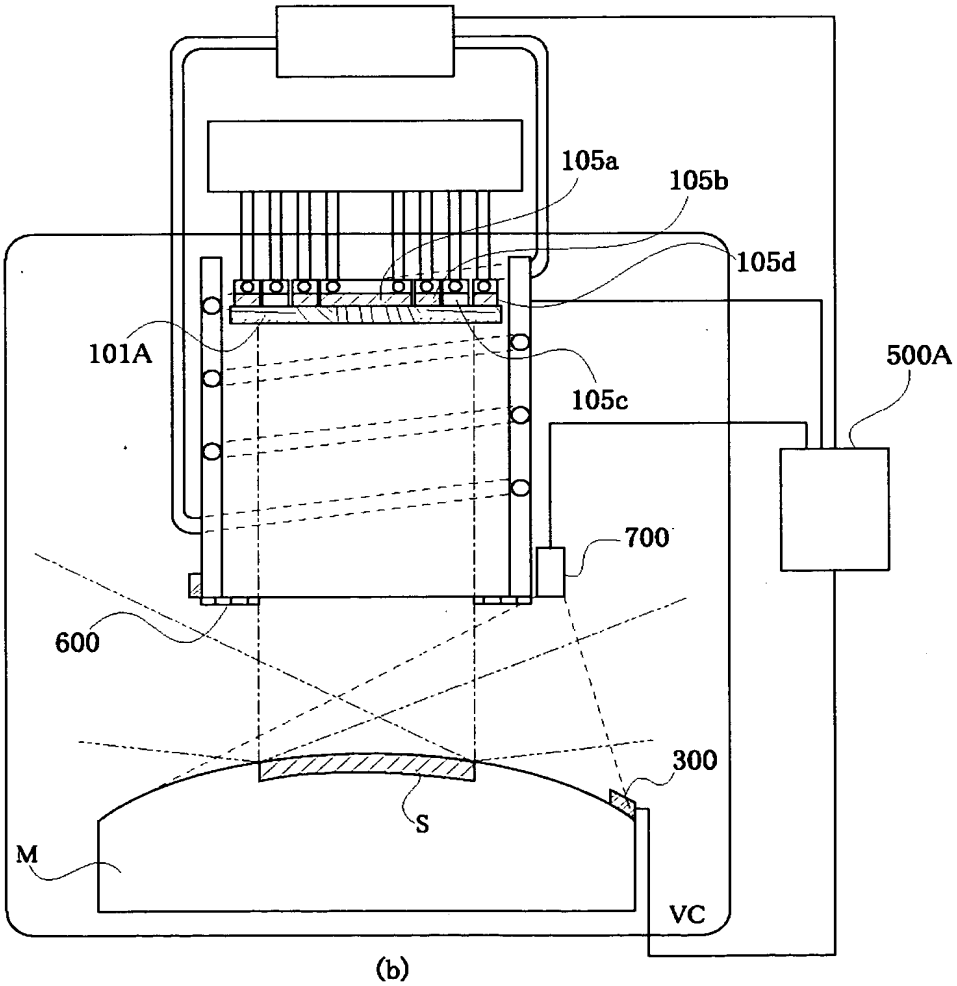
【図５】



【図６】

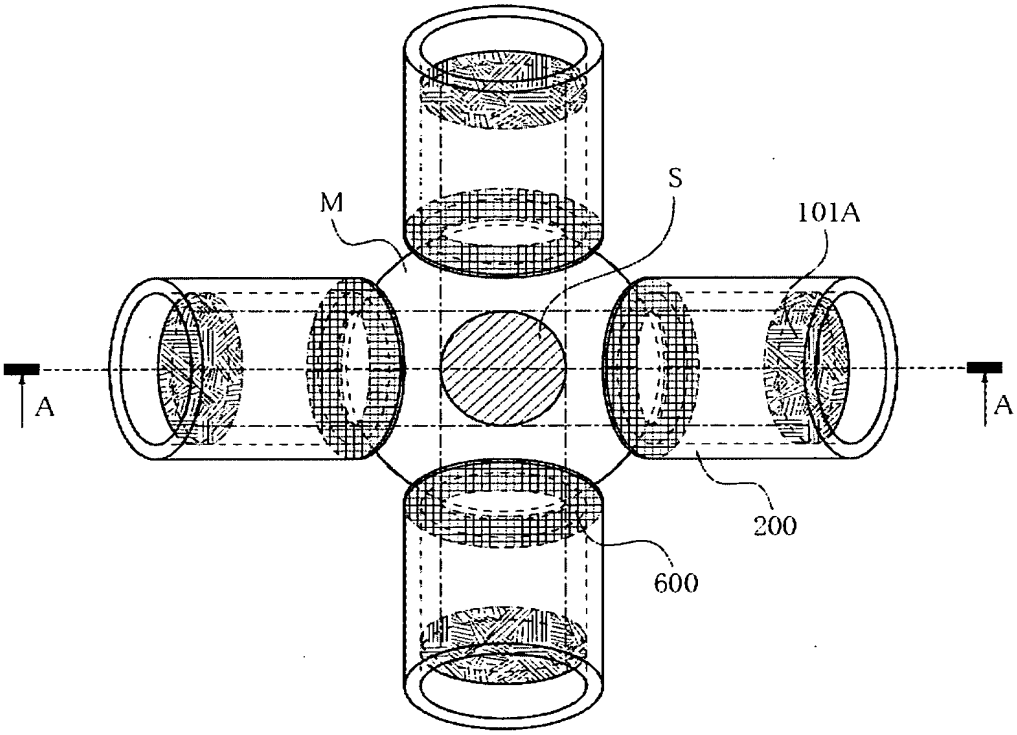

M
105a
105b
105c
101A
105d

(a)

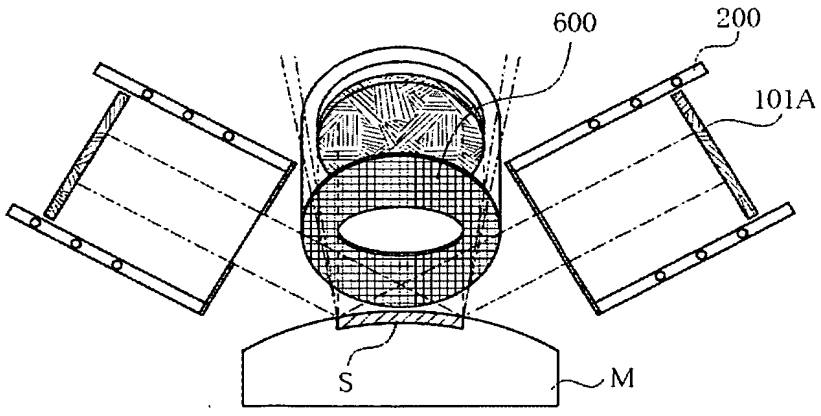

105a
105b
105d
101A
105c
500A
700
600
300
S
M
VC

(b)

【図７】

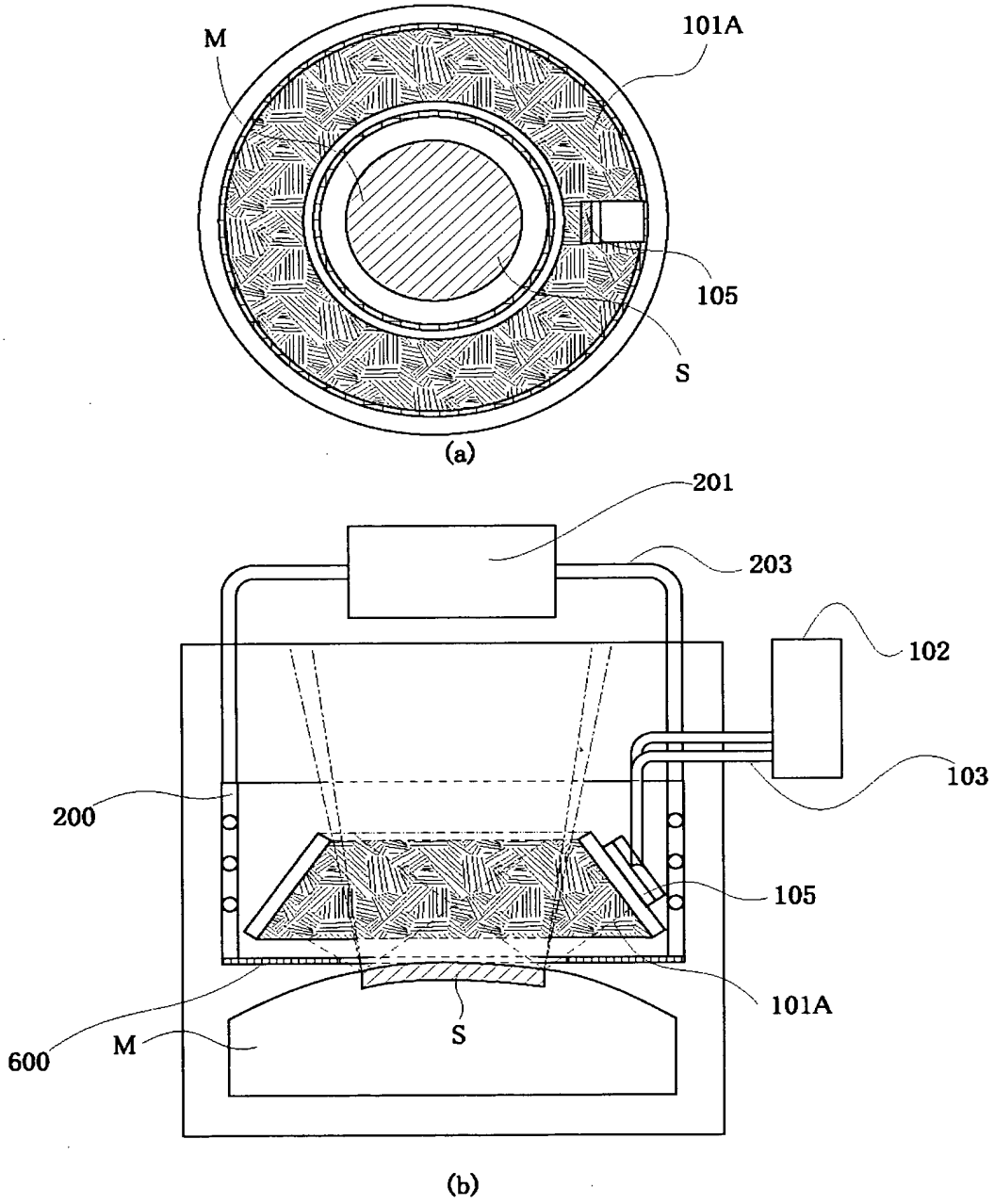


(a)

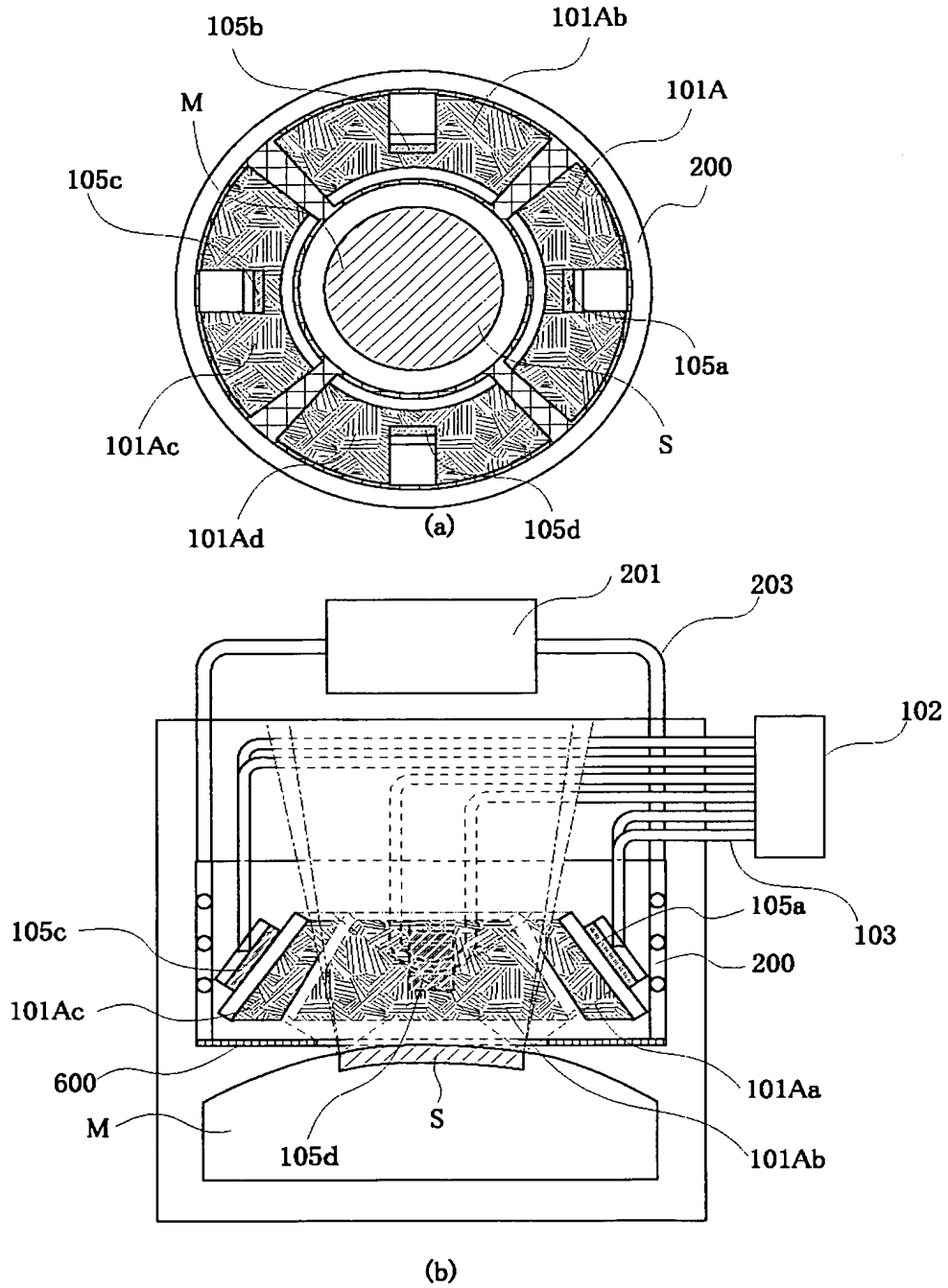


(b)

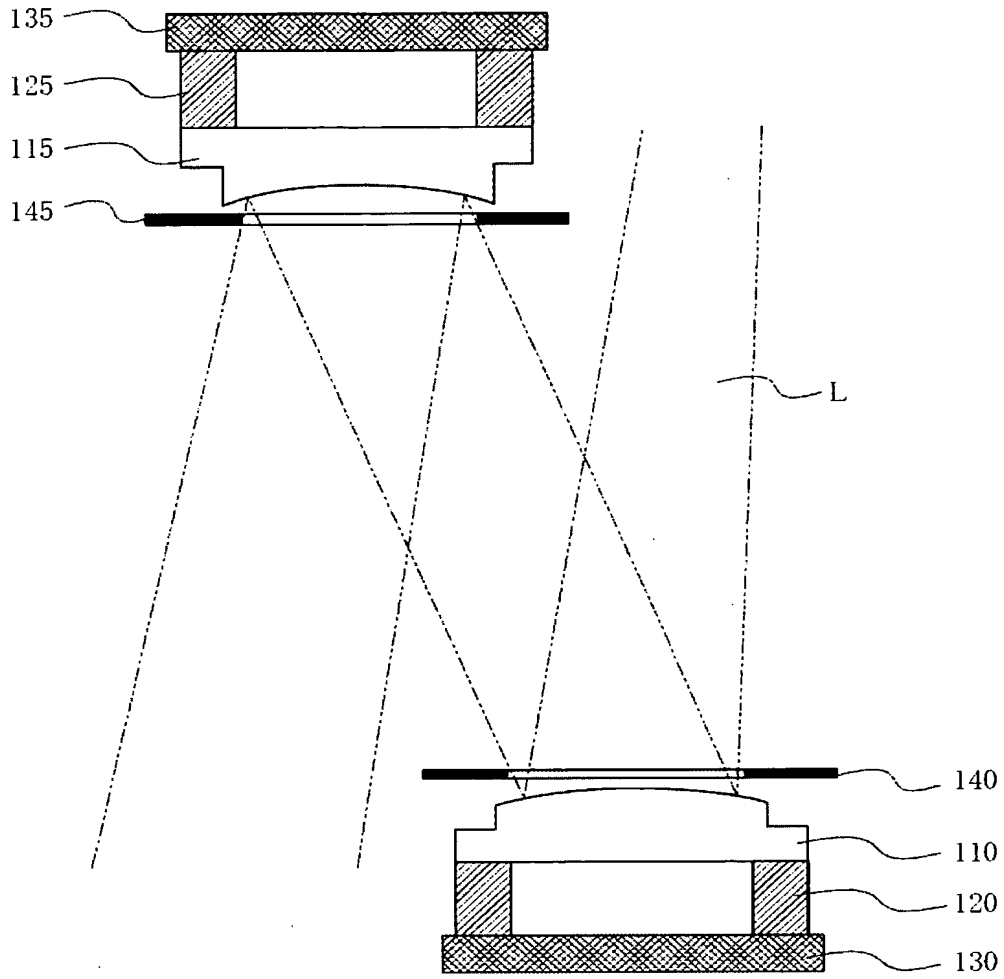
【図８】



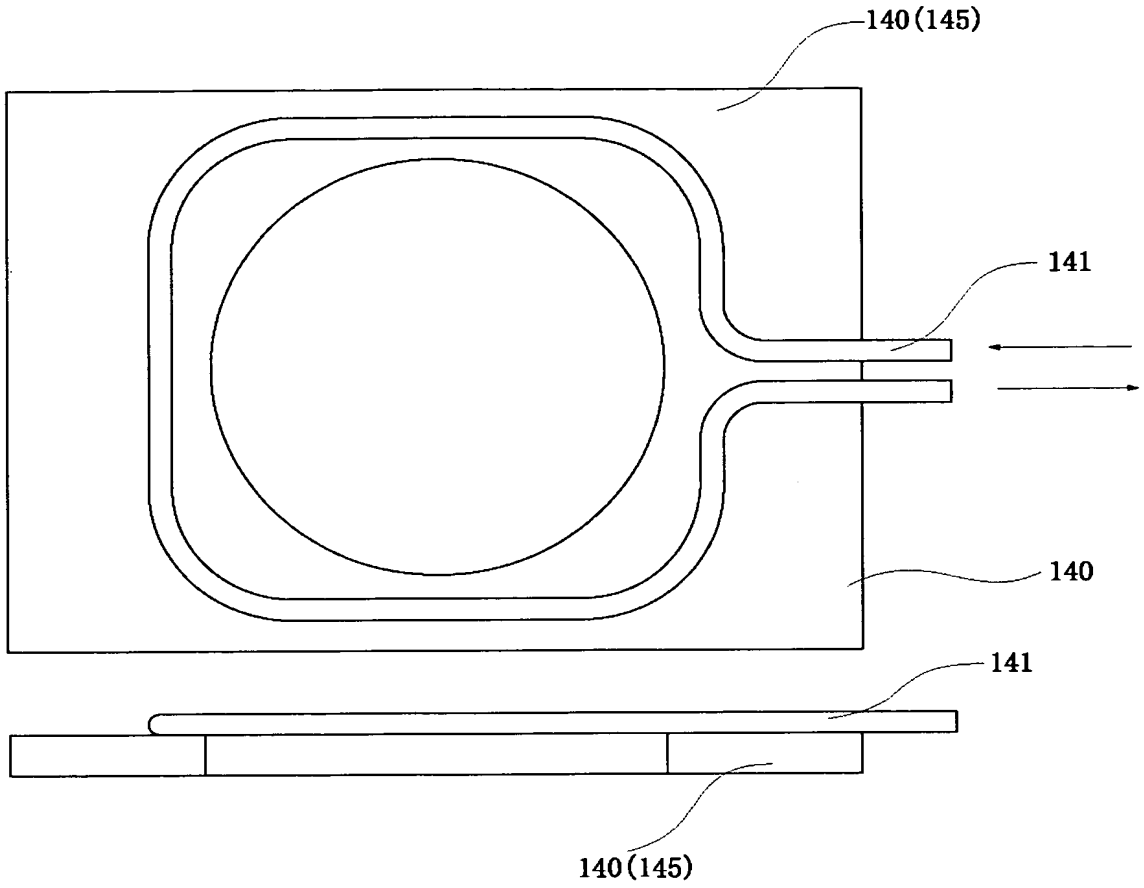
【図９】


105b
101Ab
M
101A
105c
200
105a
101Ac
S
101Ad
(a)
105d
201
203
102
105a
105c
103
200
101Ac
600
101Aa
M
S
105d
101Ab
(b)

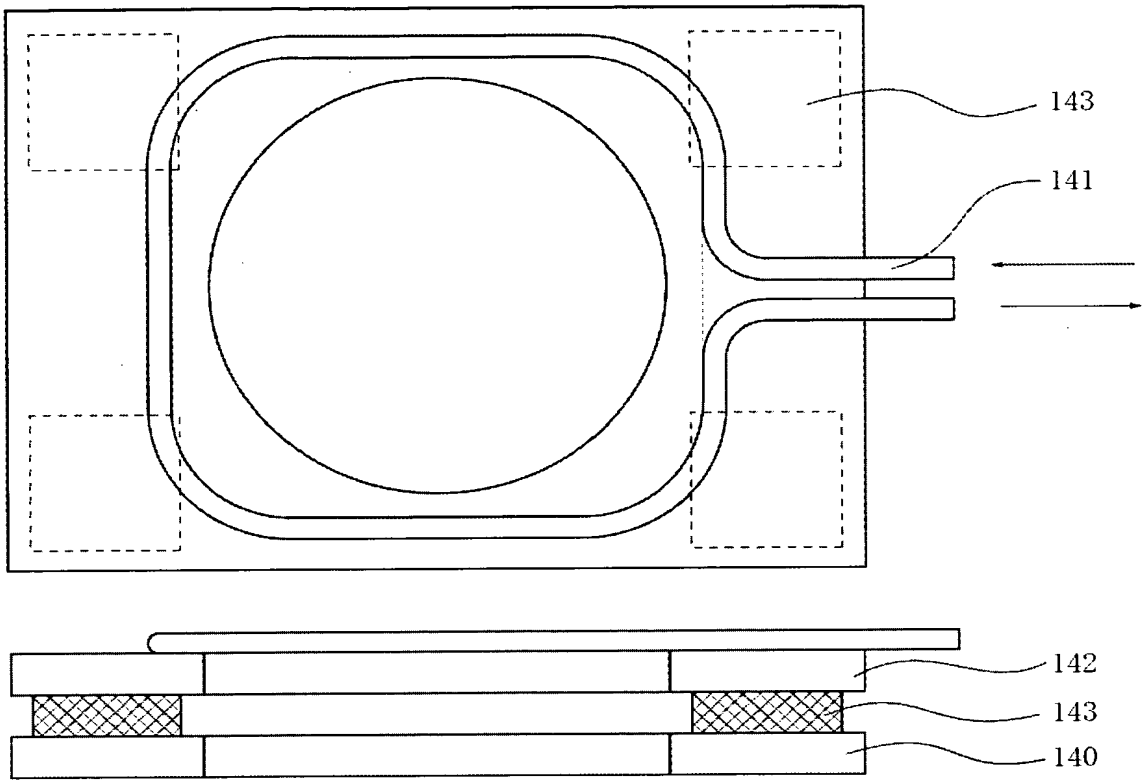
【図１０】



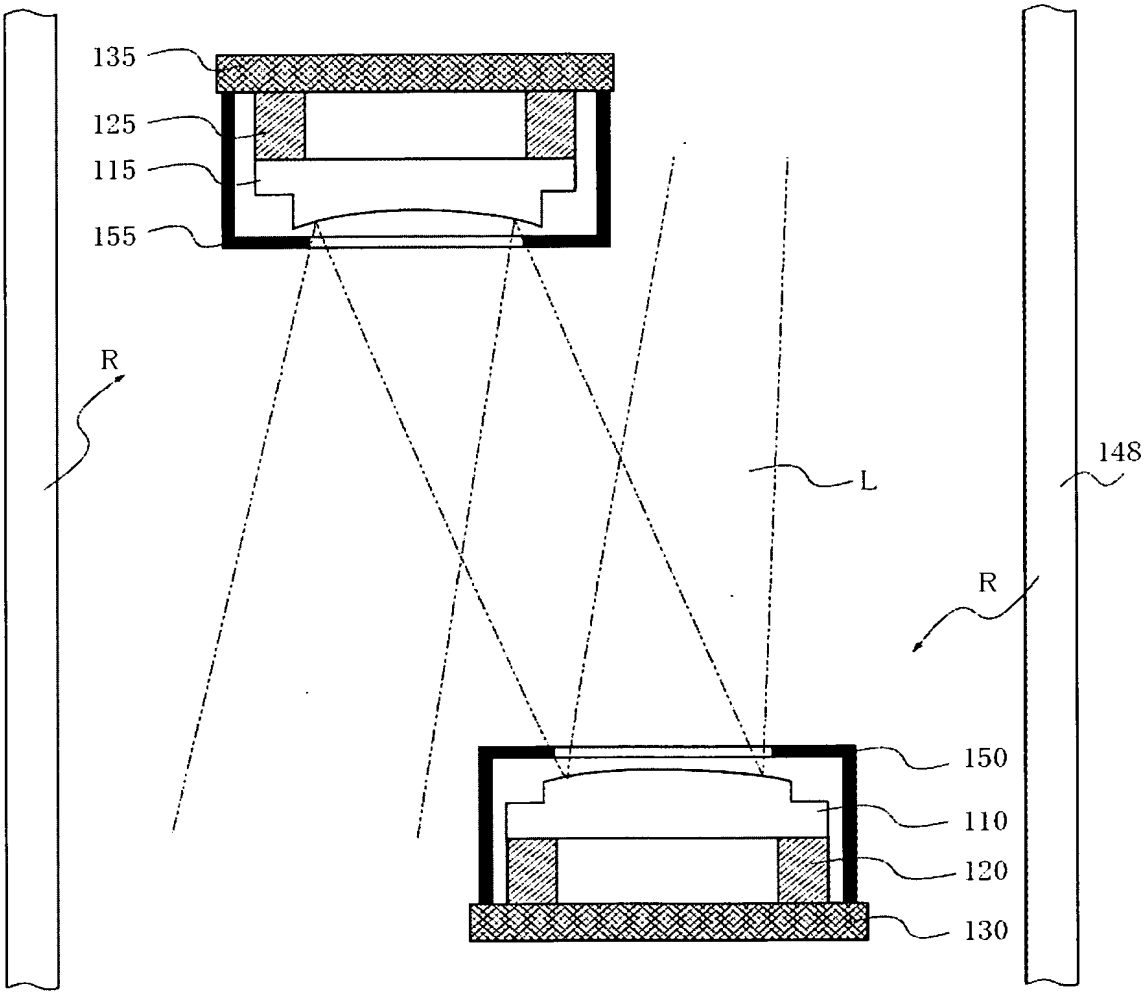
【図１１】



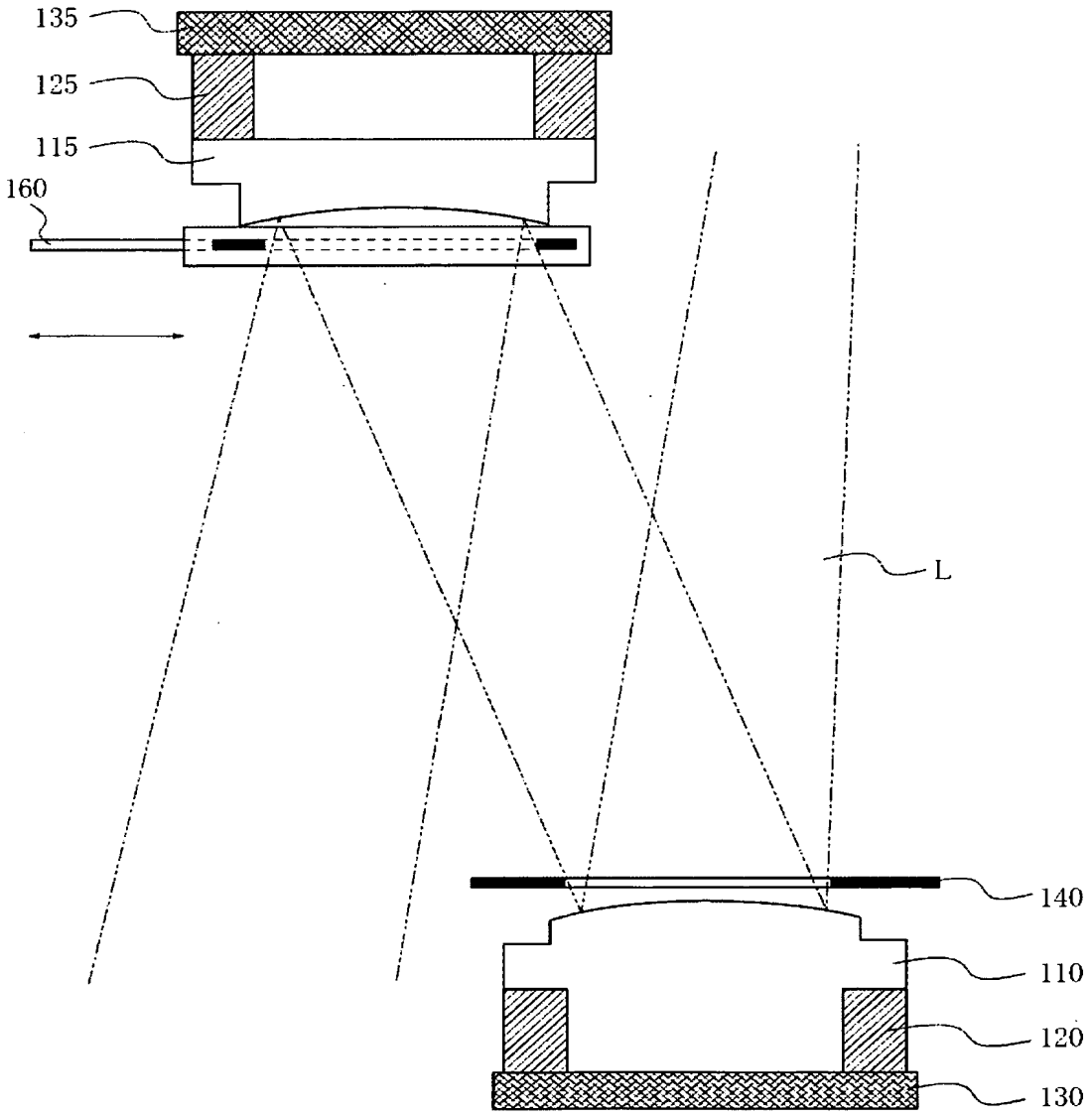
【図１２】



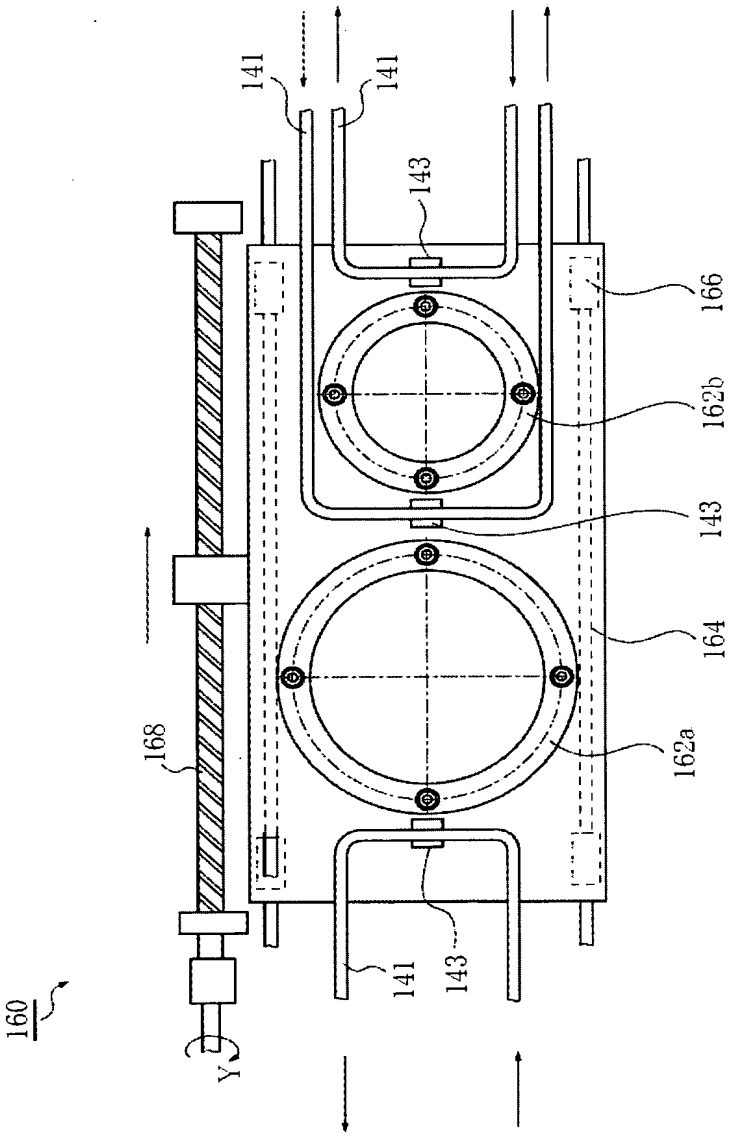
【図１３】



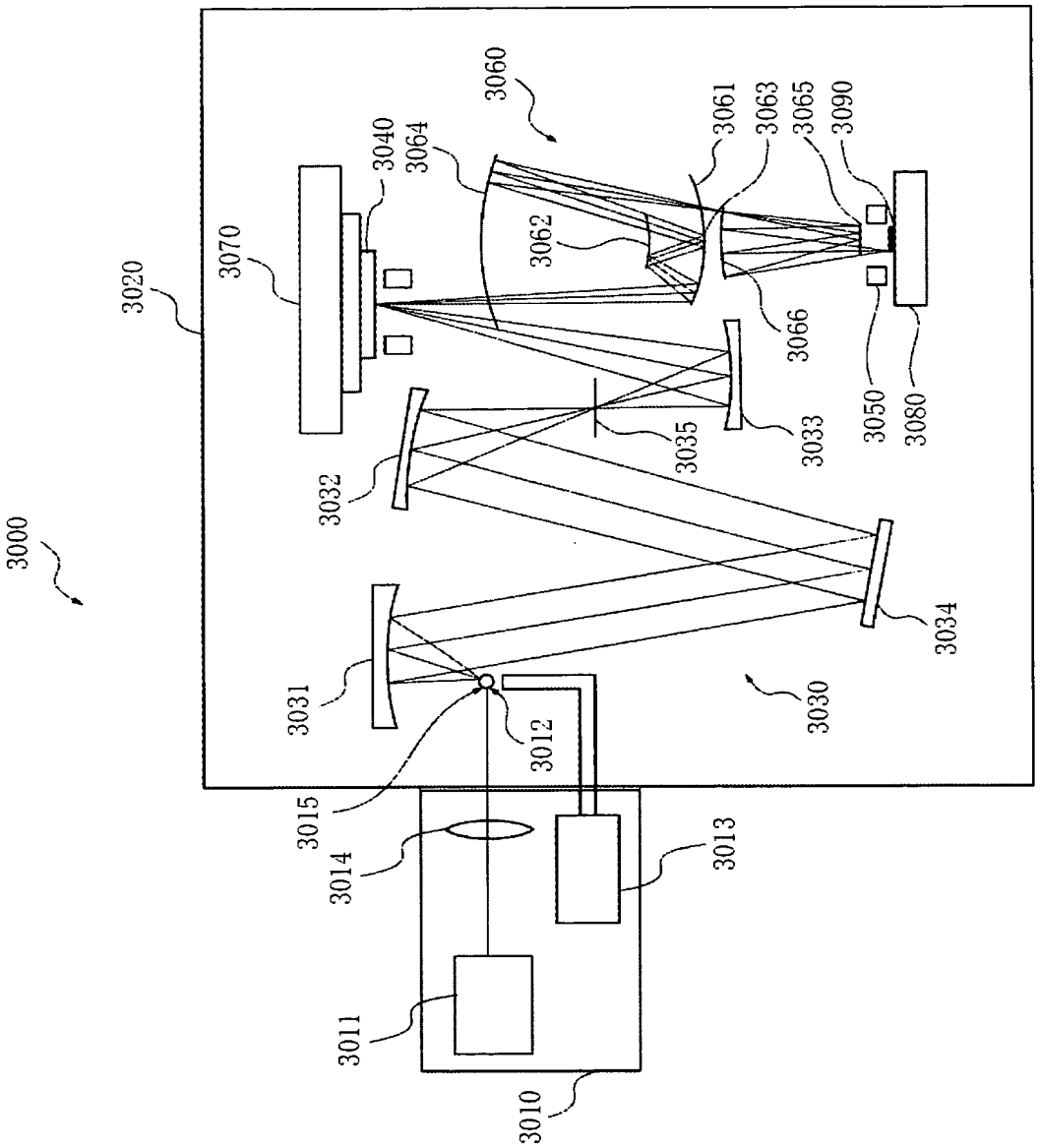
【図１４】



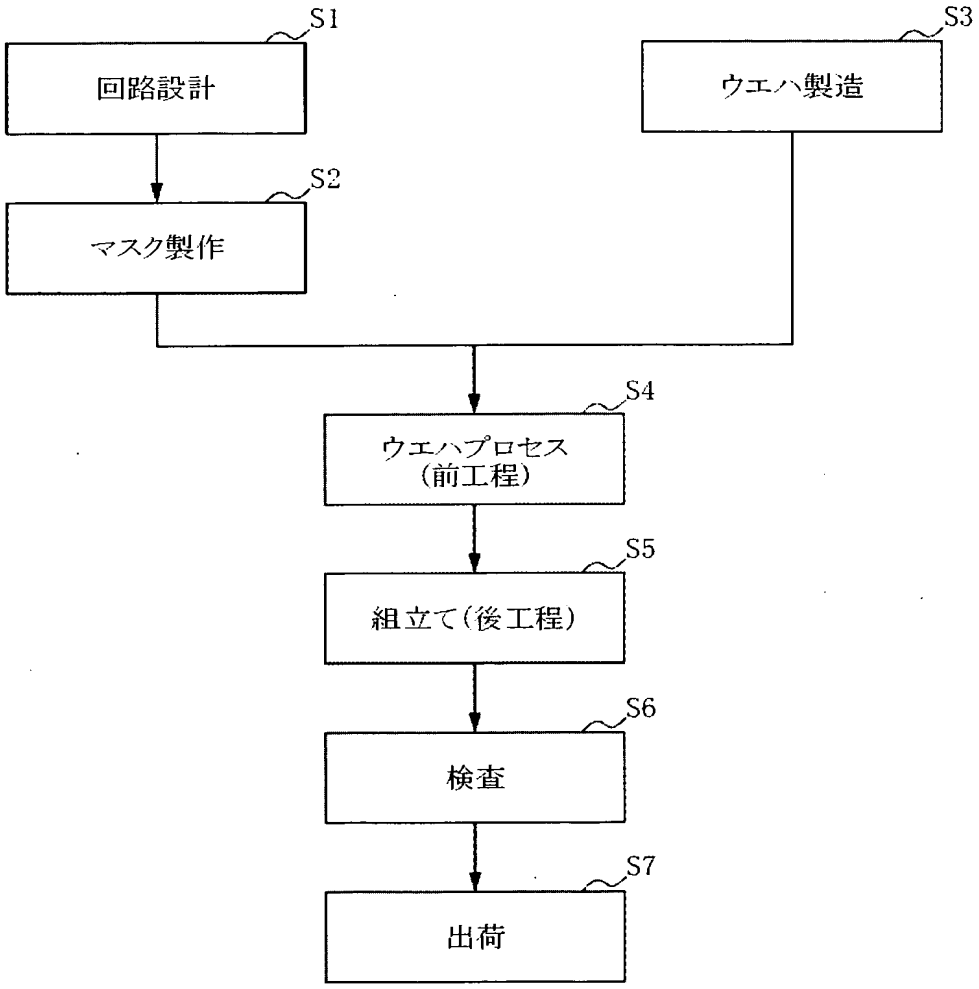
【図１５】



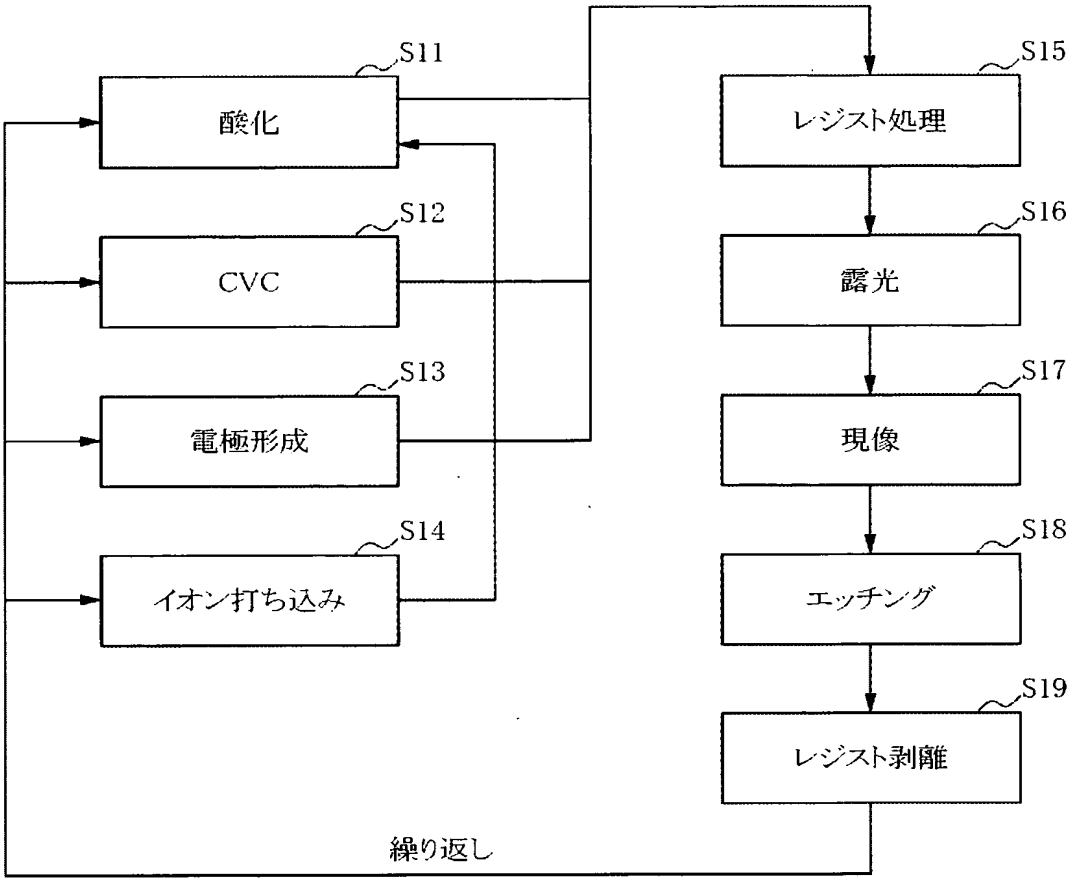
【図１６】


3000
3010
3011
3012
3013
3014
3015
3020
3030
3031
3032
3033
3034
3035
3040
3050
3060
3061
3062
3063
3064
3065
3066
3070
3080
3090

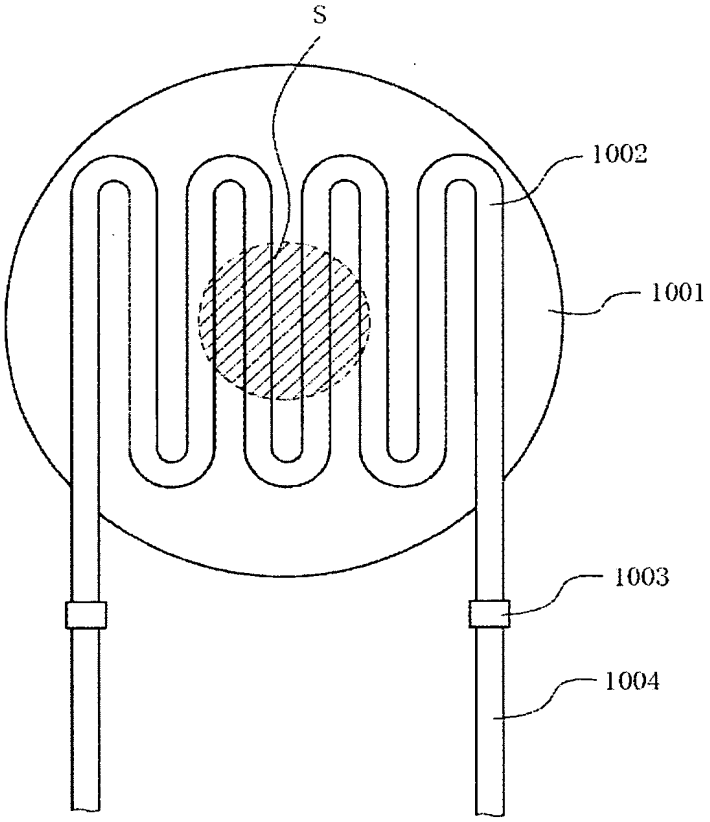
【図１７】



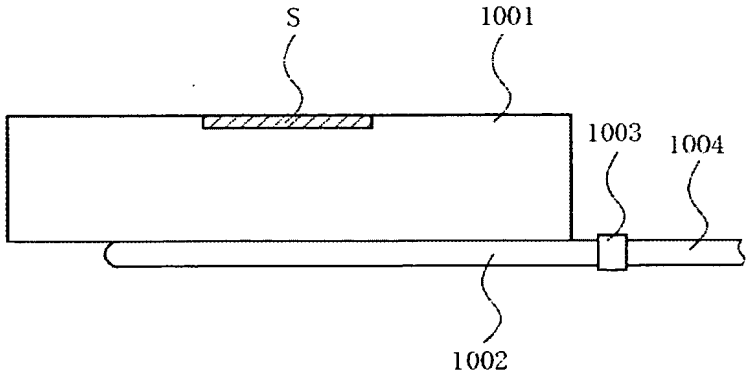
【図１８】


S11
酸化
S12
CVC
S13
電極形成
S14
イオン打ち込み
S15
レジスト処理
S16
露光
S17
現像
S18
エッチング
S19
レジスト剥離
繰り返し

【図１９】



(a)



(b)

【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　真空雰囲気下に配置された光学部材内の不均一な温度分布を発生させることなく、光学部材の温度を一定に保つことができる温度調節装置を提供することを目的とする。

【解決手段】　光学部材を温度調節する温度調節装置であって、前記光学部材の所定領域に輻射熱を与えることにより温度調節する第１輻射機構と、前記第１輻射機構からの輻射熱が、前記光学部材内の前記所定領域以外の領域に伝わらないように遮蔽する遮蔽部材とを有する。

【選択図】　　図１

特願２００３－１１０２０９

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　［０００００１００７］

１．変更年月日　１９９０年　８月３０日
［変更理由］　新規登録
住　所　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
氏　名　キヤノン株式会社